नवभारत ग्रंथमाला

वनस्पतिजीवन

श्रीपाद लक्ष्मण आजरेकर

नवभारत ग्रंथमाला

१३

वनस्पति जीवन

नवभारत ग्रंथमालेचीं

लवकरच प्रसिद्ध होणारीं पुस्तकें

बालकांचा मनोविकास

कै. नरहर लक्ष्मण आठवले

वर्ष्यास नुकताच दारुण रीतीने ज्यांस मृत्यु आला ते नाना आठवले हे बालमानसशास्त्राचे व शिक्षणशास्त्राचे मोठे तज्ज्ञ होते. त्यांनी लिहिलेला प्रस्तुतचा ग्रंथ हे त्याचे चिरस्मरणीय वाङमयस्मारकच होय. हा ग्रंथ म्हणजे बालकांचे मन, बुद्धि व शरीर यांचें संवर्धन कसें करावे हे शिकविणारी गुरुकिल्लीच आहे. आपली मुले चांगली निपजावीत अशी इच्छा बाळगणाऱ्या (अशी इच्छा कोणाची नसते ?) प्रत्येक आईबापास प्रस्तुत ग्रंथ म्हणजे एक चिंतामणीच वाटेल.

आधुनिक जर्मनी

डॉ. दामोदर गणेश लोंढे

जर्मनीसारख्या सर्व जगाचा कुतूहलविषय होऊन राहिलेल्या दुर्दम राष्ट्रावर अधिकारी लेखकाने लिहिलेल्या ग्रंथाची मराठीत मोठीच उणीव होती. लेखक डॉ. लोंढे हे तत्त्वज्ञानात पारंगत असून सामाजिक तत्त्वविवेचनात त्यांचा हातखंडा आहे. ते जर्मनीत अगदी अलीकडे दोन तीन वर्षे राहिलेले आहेत. त्याचा हा अनुभवसिद्ध ग्रंथ सर्व महाराष्ट्रीय वाचकांस अमूल्य वाटेल, यांत शंका नाही.

भगवान बुद्ध

आचार्य धर्मानन्द कोसम्बी

हे पुस्तक प्रा. चिं. वि. जोशी यानी लिहावें असें पूर्वी ठरले होते. परंतु त्यास सरकारी कामामुळे वेळ मिळत नसल्याकारणाने त्याच्या संमतीने आचार्य कोसम्बीच्याकडे हे काम सोपविले आहे. आचार्य कोसम्बी हे चिंतामणरावजींचेही (या विषयातील) गुरु. महाराष्ट्रांत आज बौद्धधर्म व पालि भाषा यांचा जो व्यासंग सुरू आहे, त्याचें श्रेय श्री. कोसम्बीच्याकडे जातें असें म्हणण्यात अतिशयोक्ति नाही. जन्मभर या विषयाचा अत्यंत प्रेमाने व्यासंग केलेल्या पंडिताच्या हातून हा ग्रंथ कसा उतरेल, याची वाचकांनी कल्पनाच केलेली बरी.

वनस्पतिजीवन

लेखक

श्रीपाद लक्ष्मण आजरेकर

वनस्पतिशास्त्राचे प्राध्यापक

'इंडियन एज्युकेशनल सर्विस (रिटायर्ड)

सुविचार प्रकाशन मंडळ, लिमिटेड.

नागपूर व पुणें

शके १८५९] **किंमत दीड रुपया** [सन १९३८

मुद्रक व प्रकाशकः-**पांडुरंग नारायण बनहट्टी**, बी. एस्‌सी.,
व्यवस्थापक, **नारायण मुद्रणालय**, धनतोली, नागपूर,
आणि
डायरेक्टर, **सुविचार प्रकाशन मंडळ, लि०**
धनतोली, नागपूर.

शुद्धिपत्रांतील चुका दुरुस्त करून घेऊन मग
ग्रंथ वाचण्यास प्रारंभ करावा

प्रकाशकांचे दोन शब्द

मालेच्या प्रकाशकांनी ग्रंथाच्या प्रस्तावनेदाखल मजकूर लिहिण्याची आजपर्यंतची रीत नाही. ग्रंथ प्रकाशित करून ग्रंथकार आणि त्याचे वाचक यांची गाठ घालून दिली की प्रकाशकाचे काम झालें. त्याने पडद्याआड राहून आपलें काम करावें हेच योग्य, अशी आमची भावना असतांही नेहमीच्या नियमास अपवाद करून दोन शब्द लिहिण्याचें धाडस करीत आहों

आजचा ग्रंथ आमच्या मालेमध्ये एकप्रकारे अपूर्व आहे. शास्त्रीय विषयावरील ग्रंथ कां प्रसिद्ध करीत नाही म्हणून मालेचे कित्येक वाचक आमच्याकडे वारंवार विचारणा करीत असत. वस्तुतः पाहिले असता 'नागरिकनीति', 'भारतीय समाजशास्त्र' इत्यादि मालेंतील पुस्तकें शास्त्रीयच आहेत. तथापि प्रश्न करणाऱ्यांचा उद्देश सृष्टशास्त्रांतर्गत विषयांवर पुस्तकें व्हावी असा होता. आणि नवभारत ग्रंथमालेचें क्षेत्र ज्ञानाच्या क्षेत्राइतकें व्यापक असूनही मालेच्या चालकांना सृष्टशास्त्रीय विषयावर सुयोग्य असा ग्रंथ मिळणें अतिशय कठिण होऊन बसले होते. अशा स्थितीत वनस्पति-शास्त्रासारख्या अत्यंत महत्त्वाच्या शास्त्रावर, त्या शास्त्राच्या व्यासंगात अवघा जन्म घालविलेल्या तज्ज्ञाने अतिशय सुगम व रसाळ रीतीने लिहिलेले पुस्तक प्रसिद्ध करण्याचा योग लाभावा, ही गोष्ट अपूर्व होय, असेच आमच्याप्रमाणे नवभारत ग्रंथमालेच्या वाचकांसही वाटेल.

प्रस्तुत ग्रंथ लिहून देण्यासाठी ग्रंथकर्त्यांनी ज्याप्रमाणे अतिशय परिश्रम घेतले त्याचप्रमाणे तो प्रकाशांत आणण्यासाठी प्रकाशकांनी प्रमाणाबाहेर खर्च केला आहे. हा खर्च अर्थात ज्ञानप्रसाराच्या ध्येयासाठी त्यांनी हौसेने सोसला आहे. हें ज्ञानप्रसाराचें ध्येय तेव्हाच साध्य होईल की जेव्हा प्रत्येक सुशिक्षित महाराष्ट्रीय कुटुंबाच्या घरांत मालेचें पुस्तक जाऊन पडेल. तसें पडावें याची काळजी मालेच्या हितचिंतकांनी बाळगिली पाहिजे.

'सृष्टिज्ञान' मासिकाचे चालक प्रा. गोपाळ रामचंद्र परांजपे आणि प्रकाशक आर्यभूषण छापखान्याचे व्यवस्थापक यांनी प्रस्तुत पुस्तकांतील २०, ३७, ४७, ५४ या आकृतींचे ठसे (ब्लॉक) आम्हांस वापरण्यासाठी दिले याबद्दल आम्ही त्यांचे आभारी आहों.

नागपूर, ता. १५ आगष्ट १९३८ **प्रकाशक**

शुद्धिपत्र

पान	ओळ	अशुद्ध	शुद्ध
१७	४	पेडिआस्ट्रस्	पेडिआस्ट्रम्
२७	१	करणारी	करणाऱ्या
३१	१२	Generation	Generations
३५	३	जोन्शियन्	जन्शियन्
४१	आकृति १८ आडवी छापली गेली आहे ती उभी करून पाहावी.		
४४	२०	प्राणवाय	प्राणवायु
४६	८	शिल्ल्क	शिल्लक
६४	१९	बुंध्या	बुधा
६५	४	फल	फूल
६७	२२	ऑकिडस्	ऑर्किड्स्
६८	५	Mycorbizal	Mycorhizal
७७	७	गा'ळ्यासारखे	गेळ्यासारखे
७८	२२	अभिसरण योजना	अभिसरणयोजना
९४	१४	नरपिंड	नरपिंडकोश
१२५	?	झालेल्या	झालेली
१३३	७	ठशांच्या अश्मीभूत	ठशांच्या व अश्मीभूत
१३३	९	Paleo Botany	Paleo-botany
१३३	१३	सं ेधन	संशोधन
१४९	५	स्त्रीपरागाची	स्त्रीकेसराची
१५१, १५२, १५३, १९०	सर्वत्र	परागपीटिका	परागपिटिका
१६७	१०	बुध्याच्या	बुंध्याच्या
१६९	२०	प्राण्याचें	प्राणाचें
१८०	१६	आवृत्तबीज	आवृतबीज

अनुक्रमणिका

(पोटमथळ्यांच्या समोरील आकडे पृष्ठांचेच आहेत.)

वनस्पतिजीवन

उपोद्धात

मनुष्यप्राण्याच्या जीविताचा वनस्पतींशीं अनेक प्रकारांनी संबंध येतो. त्याच्या शरीरपोषणास लागणारें अन्न प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने वनस्पतीच पुरवितात. थंडीवाऱ्यापासून त्याचें रक्षण करण्याकरितां जरूर असलेलें वस्त्र व घरें वनस्पतीकडूनच मिळणाऱ्या साधनांपासून बहुतकरून तयार होतात. त्याला होणाऱ्या अनेक रोगांचें निवारण करणारीं औषधें प्रायः वनस्पतींपासूनच उत्पन्न होतात. त्यांच्या नाक डोळे इत्यादि इंद्रियांना चित्रविचित्र रंगांनी व विविध सुवासांनी सुखवून त्यांची सौंदर्यलालसा तृप्त कारणारी सृष्टिशोभा बहुतांशीं वनस्पतीकडूनच रचिली जाते. त्यांचें ज्ञानप्रसाराचें हल्लीचें मुख्य साधन जीं पुस्तकें आणि वृत्तपत्रें तीं वनस्पतींनी पुरविलेल्या कागदावर सर्वस्वीं अवलंबून असतात. अशा रीतीने सर्व बाजूंनी आपल्याशीं अहर्निश संबंध ज्यांचा येत असतो त्या वनस्पतींच्या जीवनाविषयीं जितकी माहिती मिळेल तितकी मनुष्याच्या फायद्याची होईल हें उघड आहे.

वनस्पतिशास्त्राचा पद्धतशीर अभ्यास करणें सर्वांस शक्य नसतें. तथापि सामान्य सुशिक्षित माणसांस वनस्पतिशास्त्राच्या

अभ्यासकांनी मिळविलेली वनस्पतिजीवनाविषयीं सर्वसाधारण माहिती दिली असतां वनस्पतिशास्त्रांतील आधुनिक शोधांचें महत्त्व व उपयोग कळण्याजोगी त्यांची मनोभूमिका तयार होऊन त्या शोधांचा व्यावहारिक फायदा घेणें सोपें पडेल. इतकेंच नव्हे तर अशा ज्ञानाने मनाची उत्तम करमणूक होत असल्याने सात्त्विक सुख मिळविण्याचें एक मोठेंच साधन आपल्या हातीं मिळाल्यासारखें त्यांना वाटेल असा भरवसा वाटतो. याशिवाय अशी माहिती मिळाल्याने कित्येकांची चौकस बुद्धि जागृत होऊन वनस्पतिसृष्टींतील चमत्कारांकडे त्यांचें लक्ष जाऊन त्यांच्याकडून वनस्पतिशास्त्राच्या ज्ञानांत भर पडणेंही संभवनीय आहे. म्हणून 'नवभारत ग्रंथमाले'च्या उद्देशानुसार वनस्पतींविषयीं साधारण माहिती सामान्य वाचकांसाठी प्रस्तुत ग्रंथांत देण्याचें योजिलें आहे.

प्रकरण पहिलें

वनस्पतिवर्गाचीं लक्षणें

प्रथमतः वनस्पति म्हणजे काय या प्रश्नाचा शास्त्रीय दृष्टीने विचार केला पाहिजे. वनस्पति म्हणजे वृक्ष अथवा झाड असें उत्तर मराठी चवथी इयत्तेंतला कोणीही मुलगा सहज देऊन टाकील आणि सामान्य माणसाच्या दृष्टीने तें बरोबर आहे. पण शास्त्रीय दृष्टीने पाहतां वनस्पति या शब्दाची व्याख्या करणें फार कठीण आहे; कारण वृक्ष किंवा झाड या शब्दांनी साधारणपणें मुळें, बुंधा, फांद्या, हिरवीं पानें, फुलें, फळें आणि बिया वगैरे लक्षणांनी युक्त असें रूप दाखविणाऱ्या वनस्पति जरी आपल्या मनापुढे प्रामुख्याने उभ्या राहतात तरी नदीच्या किंवा तळ्याच्या पाण्यांत वाढणारीं 'शेवाळीं' यांना सुद्धा, त्यांच्यामध्ये वरील बऱ्याच लक्षणांचा अभाव असला तरी, सामान्य मनुष्यही वनस्पतिवर्गांतच गणतो. वनस्पतिशास्त्रज्ञ तर याच्याही पुढे जाऊन वनस्पतींचा विशेष जो हिरवा रंग आपल्याला चहूंकडे दिसणाऱ्या झाडाझुडपांत आणि शेवाळ्यांत दिसून येतो तोही ज्यांत आढळत नाही अशा बुरशी, भूछत्र (कुत्र्याची छत्री), अळिंब वगैरे उद्भिज्जांसही वनस्पतिवर्गांत लेखतात. याच्याही पलीकडे गेलें म्हणजे नुसत्या डोळ्यांस न दिसणारे पण सूक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने दृग्गोचर होणारे कांही सूक्ष्म जीव असे आहेत की, त्यांना प्राणिवर्गांत घालावें की वनस्पतिवर्गांत घालावें याविषयीं शंका पडते. यामुळे वनस्पति आणि प्राणी असा भेद सोयीचा असला तरी शास्त्रीय दृष्ट्या टिकाऊ नसून सर्व जीव बाह्यात्कारीं विविध स्वरूपाचे असले तरी अंतर्यामीं एक स्वरूपाचे आहेत असें कबूल करणें भाग पडतें. असें जरी असलें तरी अभ्यासाच्या सोयीसाठी जीवांचे 'प्राणी' आणि 'वन-

स्पति' असे दोन वर्ग करणें इष्ट आहे आणि त्यांमधील सामान्य भेद सांगणें जरूर आहे. हे सामान्य भेद खालील कोष्टकांत दिले आहेत.

प्राणी	वनस्पति
१ चर	१ अचर
२ हरिद्द्रव्यविरहित	२ हरिद्द्रव्ययुक्त
३ परोपजीवी (परावलंबी; आपलें अन्न तयार स्वरूपांत अन्य जीवांकडून मिळविणारे)	३ स्वोपजीवी (स्वावलंबी; हवेंतील कारबन डाय्ऑक्साइड् आणि पाणी व साधे क्षार यांपासून हरिद्द्रव्याच्या गुणामुळे आपलें अन्न तयार करणाऱ्या; स्थूल दृष्टीने कार्बन डाय्ऑक्साइड् आंत घेऊन आक्सिजन बाहेर टाकणाऱ्या)
४ आपलें अन्न विशिष्ट तोंडावाटे बाहेरून आंत घेणारे	४ द्रवरूपाने सर्वांगांतून किंवा अंगाच्या बऱ्याच मोठ्या भागांतून अन्न आंत घेणाऱ्या
५ मलोत्सर्गाकरितां विशिष्ट इंद्रियें असलेले	५ मलोत्सर्गाकरितां विशिष्ट इंद्रियें नसलेल्या
६ लिंगभेद अधिक स्पष्ट रीतीने दाखविणारे	६ लिंगभेद कमी स्पष्ट रीतीने दाखविणाऱ्या
७ परिस्थित्यनुसार घडणारे जीवनव्यापारांतील फरक अधिक स्पष्टपणें दाखविणारे	७ परिस्थित्यनुसार घडणारे जीवन-व्यापारांतील फरक कमी स्पष्ट रीतीने दाखविणाऱ्या
८ स्थूलमानाने अल्पायु	८ स्थूलमानाने चिरायु
९ शरीरांतील पेशी कवचरहित	९ शरीरांतील पेशी कवचसहित

या सामान्य भेदांवरून ओळखतां न येणारे किंवा लक्षणांच्या मिश्रणामुळे कोणत्या कोटींत घालावे अशी शंका उत्पन्न करणारे अनेक जीव आहेत ही गोष्ट न विसरतां वरील कोष्टकांत दिलेल्या लक्षणभेदांवरून वनस्पतिवर्गांत कोणत्या तऱ्हेचे जीव येतात हें ओळखणें सोयीचें होईल.

प्रकरण दुसरें

वनस्पतिशरीरविचार

वनस्पतिजीवनाविषयीं माहिती मिळवावयाची असल्यास तें जीवन ज्या शरीराच्या योगानें शक्य होतें त्याविषयीं प्रथम माहिती करून घेणें जरूर आहे. प्राण्यांप्रमाणेंच वनस्पतींमध्येही असंख्य जाती आहेत आणि प्रत्येक जातीच्या वनस्पतीचें शरीर अर्थात् निराळ्या तऱ्हेचें असणार. या शारीरिक भेदांचा विचार दोन भिन्न दृष्टींनी करतां येतो. एक शरीराच्या बाह्य स्वरूपाचा विचार आणि दुसरा शरीराच्या अंतर्रचनेचा विचार. या दोन दृष्टींनी केलेल्या वनस्पतींच्या शरीरांच्या अभ्यासापासून निष्पन्न झालेली माहिती या व याच्या पुढील प्रकरणांत येईल.

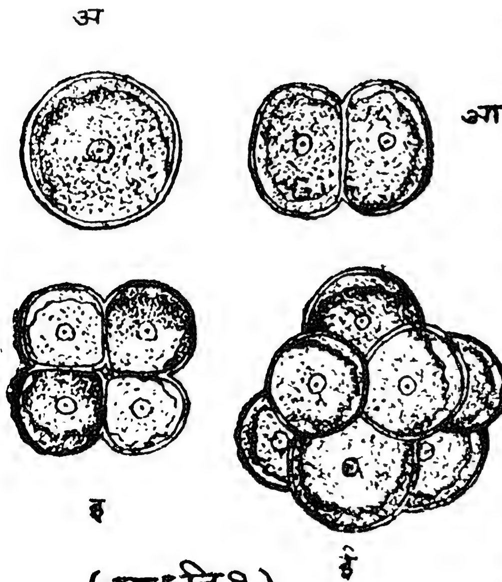
बाह्यरूपविचार

वनस्पतींत दिसून येणाऱ्या शरीराच्या रूपभेदांचा साकल्यानें विचार केला तर त्यांमध्ये मुख्य दोन प्रकार ओळखतां येतात. एक आपल्या नेहेमीच्या परिचयाच्या झाडाझुडपांत दिसून येतो. त्यांत शरीराचें मूळ, बुंधा, पानें, फुलें इत्यादि अवयव स्पष्ट दिसतात आणि दुसरा म्हणजे पाण्यांतील शेवाळांत किंवा बुरशी किंवा अळिंब अशा वनस्पतींत दिसून येणारा. यांत असे निरनिराळे अवयव स्पष्ट दिसत

नाहीत. हा भेद लक्षांत घेऊन वनस्पतींचे स्थूलमानाने निरवयव (प्रकांडरहित, प्रकांड म्हणजे झाडाचें खोड) आणि सावयव (प्रकांडयुक्त) असे दोन वर्ग करतां येतात. जीवशास्त्रांतील इतर वर्गीकरणांप्रमाणे हें वर्गीकरण फक्त सोयीकरितां केलें आहे आणि तें सर्वतोपरी लागू होईलच असें नाही. कारण कांही वनस्पतींना सावयव म्हणावें की निरवयव म्हणावें याबद्दल वाद उत्पन्न होण्यासारखा आहे. हें लक्षांत ठेवून आता निरवयव (प्रकांडरहित) वनस्पतींच्या बाह्य रूपभेदाचा थोडक्यांत विचार करूं.

निरवयव वनस्पति

'निरवयव' या सदराखाली येणाऱ्या बहुतेक वनस्पति आकाराने बऱ्याच लहान असतात आणि कांही तर सूक्ष्मदर्शकाच्या



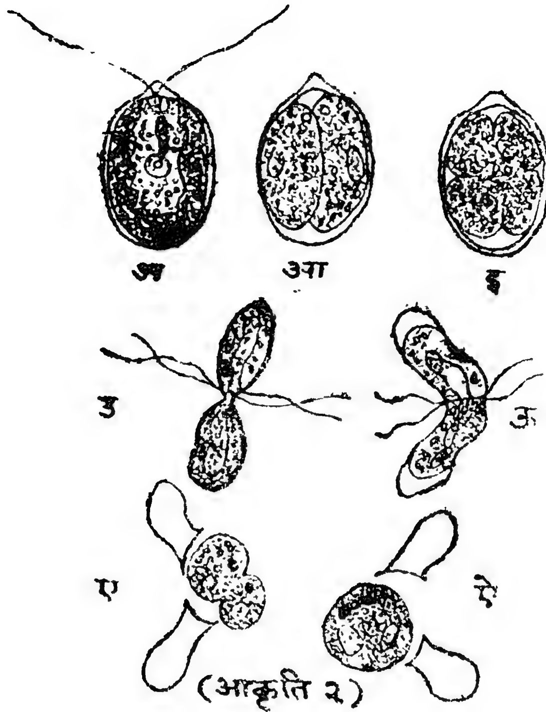
(आकृति १)

आकृति १. प्रोटोकोकस् नांवाची नीलिकावर्गातील वनस्पति सुमारें ७०० पट मोठी करून दाखविलेली. (अ) एका प्रोटोकोकसचें एकपेशीय शरीर. (आ) पुनरुत्पत्तीकरितां विभजन. (इ) पुर्नविभजनाने एका प्रोटोकोकस वनस्पतीपासून नवीन चार आणि (ई) नवीन अनेक उत्पन्न झाल्या आहेत. या पुढे एकमेकींपासून सुटया होऊन स्वतंत्र प्रोटोकोकस वनस्पति म्हणून व्यवहार करतील.

साहाय्याशिवाय दिसत नाहीत. अशा सूक्ष्म वनस्पतींत निरवयव वनस्पतींच्या बाह्यरूपाचे अत्यंत साधे प्रकार आढळतात. साध्या बाह्यरूपाचें आत्यंतिक उदाहरण म्हणून प्रोटोकोकस (आकृति १) या नांवाच्या नीलिकावर्गांतील वनस्पतीच्या शरीराचें वर्णन करूं.

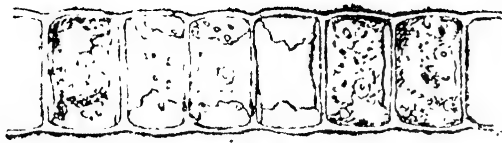
या नीलिकेचें सबंध शरीर अत्यंत सूक्ष्म अशा एकच पेशीचें बनलेलें असतें व या वनस्पतीचे सर्व जीवनव्यापार या एकाच पेशीकडून केले जातात. या वनस्पतीच्या शरीराचें थोडक्यांत वर्णन करावयाचें म्हणजे असें की तें शरीर म्हणजे जीवनरसाचा (जीवद्रवाचा) एक अतिसूक्ष्म थेंब असून त्या थेंबाभोवती जीवद्रवानेच निर्मिलेलें एक पातळ कवच असतें. प्रोटोकोकस ही वनस्पति झाडाच्या सालीवर किंवा फुलझाडांच्या कुंडयांच्या बाहेरील भागांवर पिवळसर हिरवट रंगाचा शेवाळांचा (नीलिकांचा) थर बनत असतो त्यांत बहुतकरून आढळते. अशीच दुसरी एक क्लॅमायूडोमोनस नांवाची नीलिका वर्गांतील एकपेशीय वनस्पति पावसाळयांत डबक्यांतील हिरवट रंगाच्या पाण्यांत पुष्कळदा दिसून येते (आ० २). हिचें शरीर लंबगोलाकृति किंवा अंडयाच्या आकाराचें असतें. प्रोटोकोकस प्रमाणेंच हें शरीर म्हणजे स्वनिर्मित कवचाने वेष्टिलेला जीवनद्रव्याचा एक थेंब होय. पण प्रोटोकोकसच्या पेशींत नसलेला असा एक प्रकार क्लॅमायूडोमोनसमध्ये दिसून येतो, तो हा. क्लॅमायडोमोनसच्या पेशीच्या अरुंद टोकाला दोन केशाकृति अवयव असतात. त्यांच्या हालचालीने ही वनस्पति पाण्यांत इतस्ततः संचार करूं शकते. हे अवयव असूनही स्थूल दृष्टीने क्लॅमायडोमोनसची गणना निरवयव वनस्पतींतच केली आहे हें वाचकांच्या लक्षांत येईलच.

प्रोटोकोकस किंवा क्लॅमायडोमोनस् यांच्या पराकाष्ठेच्या साध्या एकपेशीय शरीरापासून तों निरवयव वनस्पतींतील अतिशय मोठ्या अशा समुद्रांतील शेवाळाच्या विस्तृत शरीरापर्यंत अनेक पायऱ्या या



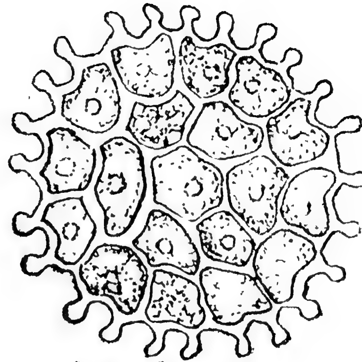
(आकृति २)

आकृति २. क्लॅमायडोमोनस् नांवाची नीलिकावर्गातील वनस्पति सुमारें सहाशें पट मोठी करून दाखविलेली. (अ) एकपेशीय शरीर आणि त्यास असलेले संचालक केशाकृति अवयव. (आ) पुनरुत्पत्तीचे वेळी होणारें जीवनद्रवाचें विभजन आणि (इ) पुनर्विभजन. पुनर्विभजनाने उत्पन्न झालेल्या चार भागांतील प्रत्येकापासून एक नवीन क्लॅमायडोमोनस् नीलिका तयार होते. (अलिंग पुनरुत्पत्ति प्रकार). (उ–ऐ) क्लॅमायडो-मोनस् मधील सलिंग पुनरुत्पत्ति प्रकार. (उ) दोन भिन्न लिंगी क्लॅमायडो-मोनस् नीलिकांची भेट. (ऊ) जीवनद्रव पेशीकवचापासून सुटे होऊन एक-मेकांशीं संयोग पावत आहेत. (ए, ऐ) संयोगाच्या पुढील अवस्था. (ऐ) मधील जीवनद्रवापासून नवीन क्लॅमायडोमोनस् नीलिका तयार होते.



एका तंतुमय नीलिकेच्या शरीराचा एक भाग.

(आकृति ३)



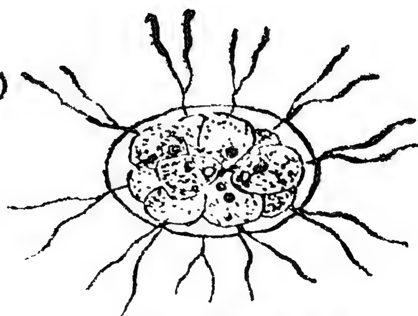
पेडिआस्ट्रम् नांवाची बहुपेशीय नीलिका. इच्या शरीरांतील प्रत्येक पेशी एकेका प्रोटोकॉकस् सारखी असते.

(आकृति ४)

वनस्पतिवर्गांत आढळतात. प्रोटोकोकस सारख्याच पण एकीहून अधिक पेशींच्या मालिका (आ० ३), किंवा पानासारखे पसरट पेशीसंघ (आ० ४), किंवा क्लॅमायडोमोनस सारख्या पेशींचे गोलाकृति संघ (आ० ५, ६), 'बुरशी' या वनस्पतीचें कापसाच्या धाग्यासारखें नलिकाकृति शरीर (आ० ७), तशाच नलिकाकृति पेशींचें बनलेलें भूछत्राचें छत्राकृति शरीर (आ०८), आणि बाह्यत: बुंधा व पानें यांनी युक्त असें दिसणारें पण वस्तुत: अत्यंत साधी अंतर्रचना असलेलें कॉलेर्पासारख्या समुद्रांतील शेवालांचें शरीर (आ० ९), अशा या निरवयव वर्गांत येणाऱ्या वनस्पतींच्या शरीराच्या बाह्य रूप-भेदाच्या पायऱ्या आहेत. बाह्यरूपाचे याप्रमाणें अनेक भेद दिसले

(आकृति ५ आ)

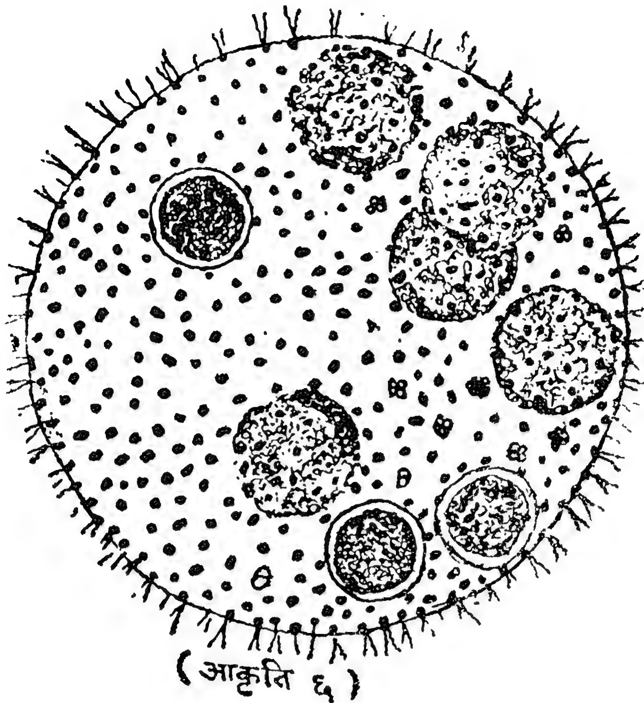
गोनिअम्



(आकृति ५ अ)

पँण्डोरायना

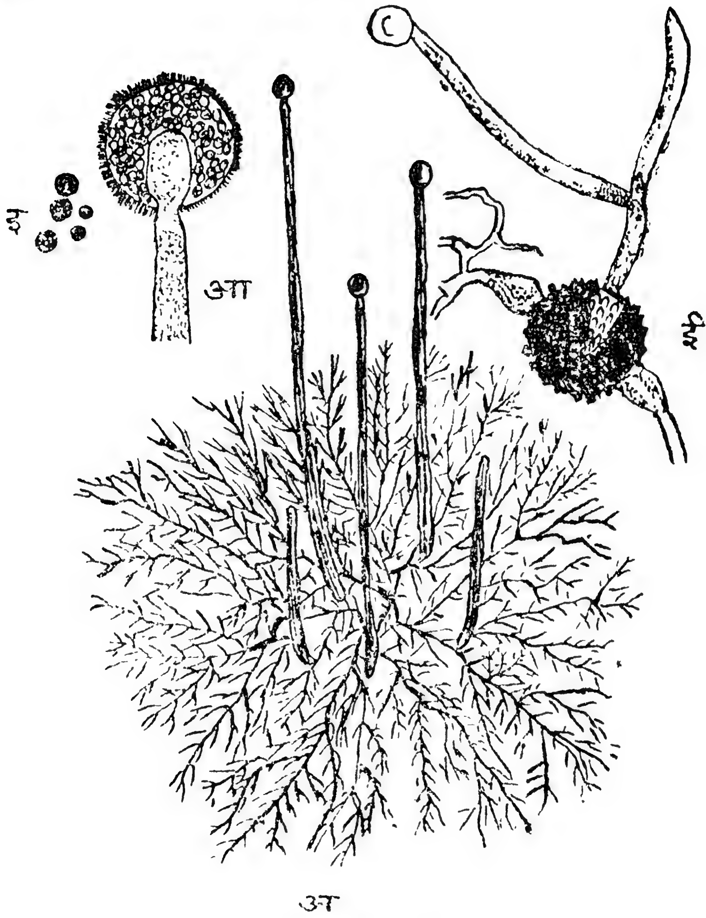
(आकृति ६ च्या खालील वर्णन पहा)



(आकृति ६)

व्होल्व्हॉक्स् × २५०.

आकृति ५ अ, ५ आ, आणि ६ मध्ये कांही निरवयव वनस्पति दाखविल्या आहेत. त्यांच्या शरीरांतील प्रत्येक पेशी बरीचशी एक पेशीय क्लॅमायडोमोनस्च्या शरीरासारखी असते. पॅण्डोरायनांतील प्रत्येक पेशीला क्लॅमायडोमोनॅस्च्या सारखे संचालक केशाकृति अवयव असतात. गोनिअम् आणि व्होल्व्हॉक्समधील पेशींच्या संख्याबाहुल्यामुळे बाहेरच्याच पेशी तेवढ्या सर्वस्वीं क्लॅमायडोमोनॅस् सारख्या असतात. आंतील पेशींना संचालक अवयव नसतात. व्होल्व्हॉक्सच्या गोलाकृति शरीरांत लहान लहान गोल दिसतात ते या वनस्पतीचीं अपत्यें होत. तीं आपल्या जनक गोलाचें शरीर जीर्ण होतांच त्यांतून बाहेर पडतात.



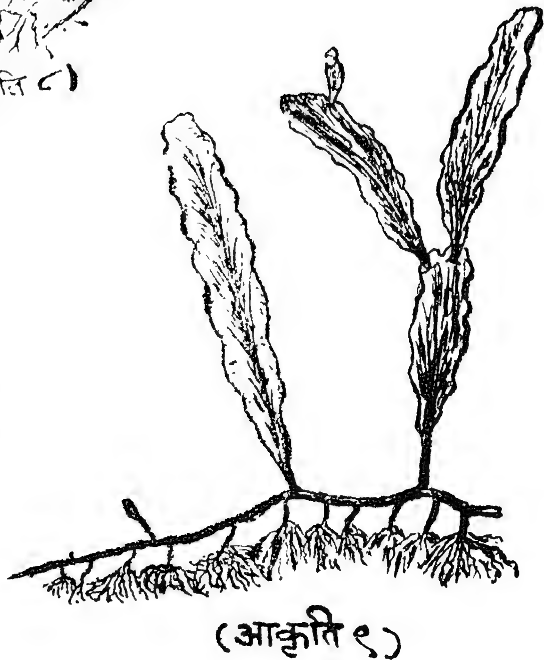
(आकृति ७)

बुरशी उत्पन्न करणारी वनस्पति. (अ) खाद्य पदार्थावर पसरणारें बुरशीचें तंतुमय शरीर. त्याचे कांहीं उभे भाग आहेत त्यांच्या टोकास गोलाकृति रेणुधारक आहेत. (आ) एक रेणुधारक मोठा क न दाखविलेला. (इ) रेणुधारकांतून बाहेर पडलेले रेणु (ई) सलिंग पद्धतीने (दोन तंतूंच्या अग्रभागाच्या संयोगाने) उत्पन्न झालेला संयुक्त पिंड आणि त्यापासून होणारी बुरशीची पुनरुत्पत्ति.



अळिंब किंवा भूछत्र (कुत्र्याची छत्री). या वनस्पतीचें शरीर बुरशी-च्या सारखेंच तंतुमय असून तें जमि-नींत पसरलेलें असतें. छत्री हा त्याचा पुनरुत्पत्तीकरितां विशिष्ट झालेला भाग असून तोहि तंतूंचाच बनलेला असतो.

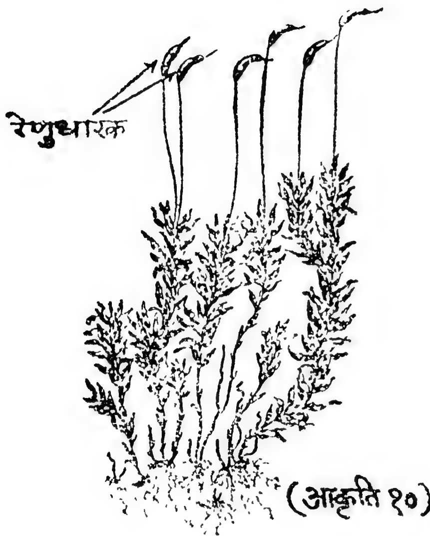
(आकृति ८)



कॉलेर्पा नांवा-चें समुद्रांतील नीलिका वर्गांतील शेवाळें.

(आकृति ९)

तरी या सर्व वनस्पतींत शरीराच्या निरनिराळ्या भागांत विशेष व्यापारभेद किंवा अंतर्रचनाभेद दिसत नाही. हेंच निराळ्या तऱ्हेने सांगावयाचें तर असें म्हणावयाचें की त्यांच्यामध्ये निरनिराळे जीवन-व्यापार करणारे निरनिराळे विशिष्ट अवयव असत नाहीत. शरीराच्या कोणत्याही भागाकडून कोणत्याही जीवनव्यापाराचें काम साधारणपणें



(आकृति १०)

भिंतीवर वाढणाऱ्या शेवाळ वर्गांतील वनस्पतीं-पैकी एक सावयव वनस्पति. हिच्यांत बुन्धा, पानें, रेणु-धारक, वगैरे अवयव स्पष्ट दिसतात.

होऊं शकतें. या सर्व वनस्पति निरवयव आहेत असें म्हटल्याने थोडक्यांत हाच अर्थ सांगितला जातो.

सावयव वनस्पति

आता सावयव वनस्पतींचा विचार करितां त्यांच्यामध्ये पाव-साळ्यांत भिंतीवर वाढणारीं शेवाळीं (आ० १०), उष्ण आणि दमट हवेंत वाढणारे नेचे किंवा राजहंस (फर्नस्), यांसारख्या अपुष्प वनस्पति, आणि देवदार, आंबा, पिंपळ वगैरे सपुष्प वृक्ष आणि त्यांच्यावर लटकणाऱ्या लतिका, अशा विविध आकारांच्या रूपांच्या

वनस्पति आढळतात. सावयव वनस्पतींचा विशेष म्हणजे त्यांच्या शरीरांत मूळ, खोड, पानें, रेणुधारक (सपुष्प वनस्पतींतील रेणुधारकांच्या समुदायास 'पुष्प' म्हणतात.) वगैरे अवयव स्पष्ट दिसतात. आणि विशिष्ट बाह्यरूपाच्या आणि अंतर्रचनेच्या अवयवाकडून विशिष्ट जीवनव्यापारच केले जातात. उदाहरणार्थ, पानांचें कार्य शर्करादि अन्न तयार करावयाचें, मुळांचें काम क्षारयुक्त पाणी शोषावयाचें, पुष्पांचें कार्य बीजोत्पादन आणि पुनरुत्पत्ति, वगैरे.

सावयव आणि विशेषत: सपुष्प वनस्पतींच्या शरीराच्या निरनिराळ्या अवयवांचे अनेक रूपभेद आढळतात. उदाहरणार्थ, फक्त पानांचाच विचार केला तर केळीच्या पानांएवढीं मोठीं, चिंचेच्या पानाएवढीं किंवा त्याहूनही लहान, कमळाच्या पानांसारखीं वर्तुलाकार, अखंडपत्री किंवा पोपयी, एरंड, यांच्यासारखीं छिन्नपत्री, आंब्याच्या पानांसारखीं सरळ कडेचीं, किंवा पारिजातकाच्या पानांसारखीं करवती धारेचीं किंवा मुरडीचीं, अळवाच्या पानांसारखीं गुळगुळीत अंगाचीं (केशरहित) किंवा भोपळ्याच्या पानासारखीं खरबरीत (केशयुक्त), असे कितीतरी प्रकार सापडतात (आ० ११).

जी गोष्ट पानांची तीच इतर सर्व अवयवांची. पण त्या सर्वांचा विचार करण्याचें हें स्थल नव्हे. या सर्व रूपभेदांचें यथार्थ वर्णन करण्याकरितां युरोपियन शास्त्रज्ञांनी लॅटिन आणि ग्रीक शब्दांपासून सुटसुटीत व निश्चित अर्थांच्या पारिभाषिक संज्ञा जरूर पडल्या तसतशा निर्माण केल्या आहेत आणि जगांतील सर्व ज्ञात वनस्पतींची वर्णनें, जेथे जरूरी आणि शक्यता असेल तेथे चित्रें देऊन, लिहून ठेवण्याची वहिवाट ठेविली आहे. अशा वनस्पतिवर्णनात्मक ग्रंथास 'फ्लोरा' असें म्हणतात आणि जगाच्या प्रत्येक महत्त्वाच्या प्रदेशाकरितां एक स्वतंत्र 'फ्लोरा' तयार केला आहे. याप्रमाणें हिंदुस्थान देशांतील वनस्पतींचें वर्णन सर जोसेफ डॉल्टन हुकर या जगप्रसिद्ध

(आकृति ११)

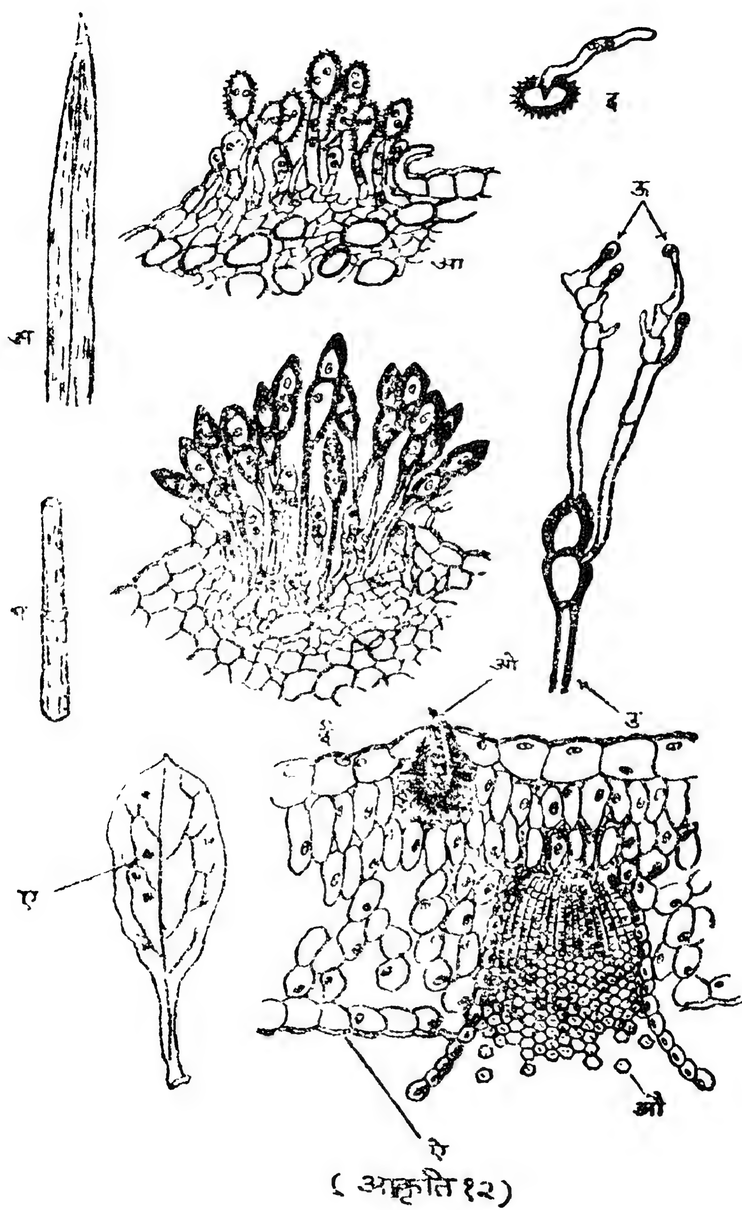
आकार, रचना, कडा वगैरे बाबतींतील पानांमधील विविधता.

वनस्पतिशास्त्रज्ञाने लिहिलेला 'फ्लोरा ऑफ ब्रिटिश इंडिया'; रॉक्सबर्गकृत 'फ्लोरा इंडिका'; टी. कुकने रचिलेल्या 'फ्लोरा ऑफ बॉम्बे प्रेसिडेन्सी'; डब्ल्यु. ए. टॅलबॉट कृत 'फॉरेस्ट फ्लोरा ऑफ बॉम्बे प्रेसिडेन्सी ॲन्ड् सिंध', राइटकृत 'इकोनिस् प्लॅन्टेरम्' वगैरे ग्रंथांत आढळतें.

वनस्पतिरूपवर्णन हा विषय त्यांत जरूर असलेल्या पारिभाषिक संज्ञांमुळे प्रथमदर्शनीं कंटाळवाणा आणि अवघड वाटला तरी त्याच्या योगाने कोणतीही वनस्पति ओळखणें सोपें होतें. विशेषत: वैद्यकांत वनस्पति बरोबर ओळखतां येणें फार महत्त्वाचें आहे. याच कारणामुळे वनस्पतिवर्णनास सर्व देशांतील वैद्यकीय शिक्षणक्रमांत महत्त्वाचें स्थान मिळालें आहे.

आतापर्यंत जो विचार झाला तो निरनिराळ्या वनस्पतींत दिसून येणाऱ्या रूपभेदांचा झाला. पण याशिवाय एकाच वनस्पतीच्या जीवनक्रमांत निरनिराळ्या वेळीं तिचीं निरनिराळीं रूपें होऊं शकतात. कांही निरवयव वनस्पतींत एकाच वनस्पतीचे हे रूपभेद इतके स्पष्ट आहेत की त्या निरनिराळ्याच वनस्पति आहेत असें समजून त्यांना निरनिराळीं नांवेंसुद्धा दिलीं गेलीं होतीं. पुढे या वनस्पतींचें अधिक बारकाईने व काळजीपूर्वक निरीक्षण केल्यावर त्या काल-स्थित्यनुसार एकाच वनस्पतीचीं भिन्न रूपें असल्याचें आढळून आलें. उदाहरणार्थ, गव्हावरील तांबेरा नांवाचा रोग उत्पन्न करणारी एक* अळिंब किंवा भूछत्र वर्गांतील परोपजीवी वनस्पति आहे (आ० १२). तिच्यामध्ये या बहुरूपतेची कमाल दिसून येते. गव्हाच्या पानांवर वगैरे जे तांबूस ठिपके दिसतात (यावरूनच 'तांबेरा' हें नांव पडलें) त्यांतून बाहेर पडणारी तांबूस पूड ही या रोगजनक अळिं-

* 'बुरशी', 'अळिंब', 'भूछत्र' (कुत्र्याची छत्री) वगैरे वनस्पति या वर्गांत येतात.



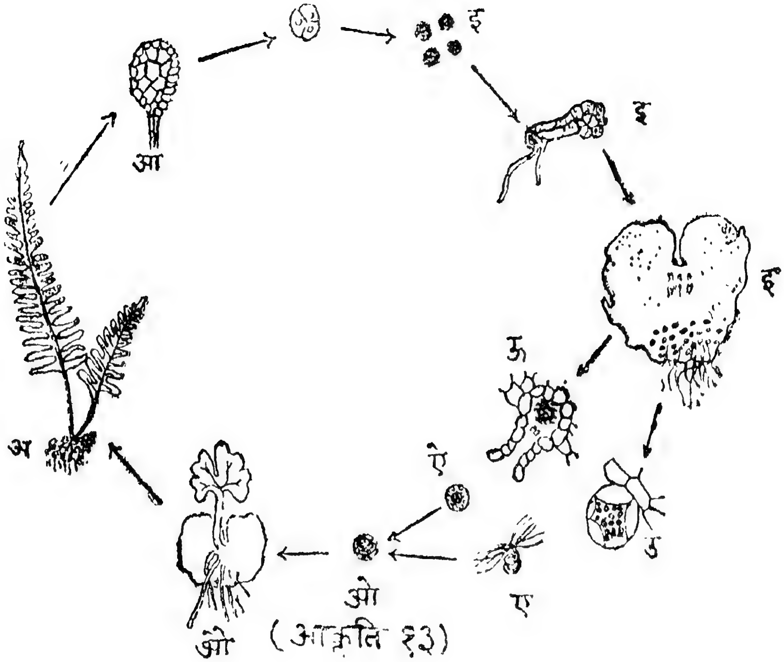
(आकृति १२)

आकृति १२. गव्हावरील 'तांबेरा' नांवाचा रोग उत्पन्न करणारी अळिंब (किंवा भूछत्र) वर्गातील वनस्पतीची बहुरूपता. (अ) गव्हाच्या पानांवरील आणि बुंध्यावरील 'तांबेरा' रोगाचे तांबूस किंवा काळसर रंगाचे ठिपके. (आ) गव्हाच्या पानावरील तांबूस ठिपक्यांतून घेतलेल्या छेदाचा सूक्ष्मदर्शकाखालील देखावा. हलव्याच्या दाण्याप्रमाणें दिसणाऱ्या गोळ्या म्हणजे या वनस्पतीचे रेणु [अलिंग पद्धतीने पुनरुत्पत्ति करणाऱ्या पेशी] होत. (इ) रुजत असलेला एक रेणु. (ई) गव्हाच्या पानावरील काळसर ठिपक्यांतून घेतलेला छेद. हिवाळ्यांत उत्पन्न होणारे द्विपेशीय [दोन कप्यांचे] रेणु. (उ) द्विपेशीय रेणु रुजत आहे. (ऊ) द्विपेशीय रेणूपासून निघणाऱ्या नलिकांवर उत्पन्न होणारा आणखी एक रेणुप्रकार. (ए) वर (उ) या आकृतींत दाखविलेल्या रेणुप्रकारापासून उत्पन्न होणारे 'बारबेरी' नांवाच्या झाडाच्या पानांवरील ठिपके. (ऐ) 'बार्बेरी'च्या पानाचा ठिपक्यांतून छेद. (ओ) बार्बेरीच्या पानाच्या वरच्या बाजूस आढळणाऱ्या नबूच्या आकाराच्या पुनरुत्पादक अवयवांपैकी एकाचा छेद. यांत दिसणाऱ्या बारीक बारीक गोळ्या 'तांबेरा' रोगाचें आणखी एका प्रकाराने पुनरुत्पादन करितात. (औ) 'बार्बेरी'च्या पानाच्या खालच्या बाजूस आढळणाऱ्या पेल्याच्या आकाराच्या रेणुधारक अवयवांपैकी एकाचा छेद. त्यांत दिसणाऱ्या गोळ्या म्हणजे तांबेराजनक वनस्पतीचा आणखी एक रेणुप्रकार.

बाची एक अवस्था आहे. कांही कालानंतर याच तांबूस ठिपक्यांच्या जागीं काळ्या रंगाचे ठिपके दिसूं लागतात आणि त्यांतील पुडीचा रंगही काळसर असतो. ही त्या अळिंबाची दुसरी अवस्था होय. ही बहुरूपता येथेच थांबत नाही, तर याच अळिंबाच्या आणखी दोन अवस्था 'बार्बेरी' या नांवाच्या हिमालयांत उगवणाऱ्या अगदी निराळ्या झाडाच्या पानांवर आढळतात. बार्बेरीच्या पानांवर नारिंगी किंवा पिवळ्या जर्द रंगाचे ठिपके पडतात. त्यांमध्ये एका बाजूस लहान लहान पेल्यासारख्या आकृति दिसतात. ती एक अवस्था, आणि त्याच ठिपक्यांच्या दुसऱ्या बाजूस काळे काळे बिंदु दिसतात,

ती दुसरी अवस्था. बार्बेरीवरील ठिपक्यांचा आणि गव्हावरील तांबेरा रोगाचा कांही संबंध असला पाहिजे अशी अमेरिकेंतील शेतकरी लोकांस कित्येक शतकांपूर्वीच शंका आली होती आणि अनमानधपक्याने तिकडे या रोगाच्या निवारणार्थ उपाय म्हणून बार्बेरी झाडें शेतांतून तोडून टाकलीं पाहिजेत असा मॅसॅचुसेट्स् संस्थानांत 'बार्बेरी कायदा' नांवाचा एक कायदाही झाला होता. पण 'तांबेरा' रोगाचें खरें स्वरूप ओळखून हा रोग उत्पन्न करणाऱ्या वनस्पतीचा आणि बार्बेरीच्या पानांवरील आणि गव्हाच्या झाडावरील अवस्थांचा एकमेकींशीं संबंध हा ड बारी (De Bary) या प्रख्यात जर्मन वनस्पतिशास्त्रज्ञाने इ. स. १८६५ सालीं पूर्णपणें सिद्ध केला आणि एकाच वनस्पतीच्या जीवनक्रमांत दिसून येणाऱ्या बहुरूपतेचें एक उत्कृष्ट उदाहरण लोकांच्या नजरेस आणलें.

आता सावयव वनस्पतींचा विचार करितां एकाच वनस्पतीचें बाह्य रूप आणि आकार यांमध्ये परिस्थित्यनुसार (जमीन, पाणी, प्रकाश, वयोमान वगैरेंतील फरकांमुळे) पुष्कळ रूपभेद दिसून येत असले तरी ते रूपभेद एकाच जातीच्या झाडाचे असें ओळखणें सहसा कठीण पडत नाही. तथापि या सावयव वनस्पतींत बहुरूपतेचा आणखी एक प्रकार कमी अधिक स्पष्ट रीतीने आढळतो, त्याचा येथे निर्देश केला पाहिजे. हा प्रकार 'नेचा किंवा राजहंस' या एतद्देशीय नांवाने किंवा 'फर्न' या विलायती नांवाने ओळखल्या जाणाऱ्या अपुष्प वनस्पतींत सर्वांत जास्त स्पष्टपणें दिसून येतो. या प्रकारांत एकाच वनस्पतीचीं अगदी भिन्न रूपें किंवा अवस्था असतात. त्यांपैकी एकीचें कार्य रेणूंचें उत्पादन करण्याचें (रेणु= अलिंग पद्धतीने पुनरुत्पत्ति करणाऱ्या पेशी) म्हणून तीस रेणूत्पादक अवस्था म्हणावें आणि दुसरीचें कार्य सलिंगपद्धतीने पुनरुत्पत्ति करणारे पिंड (=लिंगविशिष्ट पेशी) निर्माण



(आकृति १३)

'राजहंस' किंवा फर्न झाडांतील अवस्थाभेद आणि प्रसवविपर्यय. (अ) फर्न झाड. (आ) फर्नचा एक रेणुधारक. [कांही पानांच्या खालच्या बाजूस तपकिरी रंगाचे ठिपके दिसतात ते रेणुधारकांचेच संघ असतात.] (इ) रेणुधारकांपासून निघणारे रेणु. (ई) रेणु रुजून त्यांपासून उत्पन्न होणारें 'आद्यांग' [पहिली आकृति अपक्व आद्यांगाची असून दुसरी पक्व दशेंत आहे.] (उ) नरपिंडधारक अवयव. (ऊ) स्त्रीपिंडधारक अवयव. (ए) नरपिंड. (ऐ) स्त्रीपिंड. (ओ) संयुक्तपिंड. (औ) संयुक्तपिंडापासून उद्भवणारें नवीन फर्न झाड. [हें अद्यापि आद्यांगास चिकटलेलें असून त्याच्या पासून त्यास पोषण मिळतें.]

करण्याचें असल्यामुळे तिला पिंडोत्पादक अवस्था म्हणावें. 'फर्न' झाडाच्या या दोन अवस्थांचें वर्णन केलें असतां या रूपभेदाच्या प्रकाराचें स्पष्टीकरण होईल (आ० १३). आपण ज्या वनस्पतीला 'फर्न' या नांवाने ओळखतों तिला फुलें येत नाहीत व तिचें बीही कोणी पाहिलेलें नसतें. पण तिच्या कांही पानांवर खालच्या बाजूस तपकिरी रंगाचे ठिपके दिसतात. या ठिपक्यांचा आंतील भाग सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहिला असतां त्यांत या वनस्पतीचे रेणु असतात असें दिसून येईल. या रेणूंचें कार्य अलिंग पद्धतीने वनस्पतीची पुनरुत्पत्ति करण्याचें असतें. पण ही पुनरुत्पत्ति सपुष्प वनस्पतींत ज्याप्रमाणें बीं पेरलें असतां मूळ वनस्पतीसारखी नवीन वनस्पति उत्पन्न होते त्या प्रकाराने होत नसून अप्रत्यक्ष रीतीने होत असते. म्हणजे रेणु रुजून लगेच फर्न झाड उत्पन्न होत नाही, तर त्याची दुसरीच एक अवस्था निर्माण होते. रेणूपासून उद्भवणारा प्रसव (=अवस्था) सूक्ष्म आणि निरवयव असल्यामुळे तो साधारणपणें कोणाच्या नजरेस येत नाही आणि जर आलाच तर त्याचा आणि फर्न झाडाचा कांही संबंध असेल असेंही वाटणार नाही. त्याची आकृति साधारणपणें पत्त्यांतील बदामाच्या एक्क्यासारखी असते आणि त्याची लांबी रुंदी $\frac{1}{6}$ इंचाच्या आंतबाहेर असते. तो पातळ पसरट हिरव्या रंगाचा असल्यामुळें कोणत्या तरी झाडाच्या पानाच्या तुकड्यासारखा दिसतो. पण सूक्ष्मदर्शक भिंगांतून ह्या आद्यांगाकडे बारकाईने पाहिलें असतां त्याच्या खालील अंगास कांही केसासारखे धागे दिसतात. त्यांच्या योगाने हा बदामाकृति प्रसव मातीला चिकटलेला असतो. हे केस वस्तुतः फर्नच्या या अवस्थेंत मुळांप्रमाणें जलशोषणाचें कार्य करितात. तसेंच, या प्रसवांत वनस्पतींचा विशेष असें जें हरिद्द्रव्य (हिरव्या रंगाचें द्रव्य) असतें, त्याच्या योगाने हा प्रसव स्वतंत्रपणें आपली उपजीविका करूं शकतो. त्यामुळे फर्न झाडाशीं

त्याचा संबंधच नाहीसें वाटतें. पण पुढे याच प्रसवावर नर आणि स्त्री जातीचे पिंडधारक अवयव (पिंड=लिंगविशिष्ट पेशी) उत्पन्न होतात आणि त्यांतील नरपिंड आणि स्त्रीपिंड यांचा योग्य कालीं संयोग होऊन एक संयुक्त पिंड तयार होतो आणि या संयुक्त पिंडाच्या विभजनाने आणि विस्ताराने एक फर्नसारखें झाड निर्माण होतें. म्हणजे मूळच्या फर्न झाडाच्या रेणूपासून एक पिंडोत्पादक प्रसव उत्पन्न होतो आणि त्यावरील स्त्री आणि नरपिंड यांच्या संयोगाने तयार झालेल्या संयुक्त पिंडापासून रेणूत्पादक प्रसव म्हणजे फर्न झाड तयार होतें. रेणूत्पादकापासून पिंडोत्पादक प्रसवाची उत्पत्ति आणि संयुक्त पिंडापासून रेणूत्पादक प्रसवाची उत्पत्ति, असा हा क्रम आळीपाळीने चालू असतो. या प्रकारास प्रसवविपर्यय (Alternation of Generation) हें नांव देणें सोयीचें होईल.

प्रसवविपर्यय सपुष्प वनस्पतींतही आढळतो पण तो फार गुप्त असतो; आणि त्यांच्यांतील पिंडोत्पादक प्रसव फर्न झाडांतल्याप्रमाणें स्वतंत्र नसतो. आपण सपुष्प वनस्पतींना त्यांच्या रेणूत्पादक अवस्थेंतच पाहतों आणि ओळखतों. उलटपक्षीं, भिंतींवर, खडकांवर वगैरे ठिकाणीं वाढणारें 'शेवाळ' पिंडोत्पादक अवस्थेंत असतें आणि त्याची रेणूत्पादक अवस्था फर्न झाडांतील त्याच अवस्थेप्रमाणें स्वतंत्र नसून ती पिंडोत्पादक अवस्थेवरच परोपजीवी रीतीने वाढत असते. शेवाळावर पावसाळ्याच्या शेवटीं शेवटीं एका दांड्यावर येणारीं बोंडें दिसतात. त्यांत या वनस्पतींचे रेणु उत्पन्न होतात, म्हणून तीं या शेवाळाचे रेणूत्पादक प्रसव होत (आ० १०). वनस्पतींत दिसून येणारा प्रसवविपर्यय त्यांच्या जीवनक्रमाचा आणि रूपभेदाचा तौलनिक पद्धतीने अभ्यास करतांना फार महत्त्वाचा आहे. आणि पृथ्वीवर वनस्पतींची उत्पत्ति, उत्क्रांति आणि प्रसार या विषयाचा

विचार करतांना या प्रसवविपर्ययाचा कांही अर्थ लागतो, त्याचा थोडासा उल्लेख पुढे 'वनस्पतींची उत्क्रांति' या प्रकरणांत येईल.

अंतर्रचनाविचार

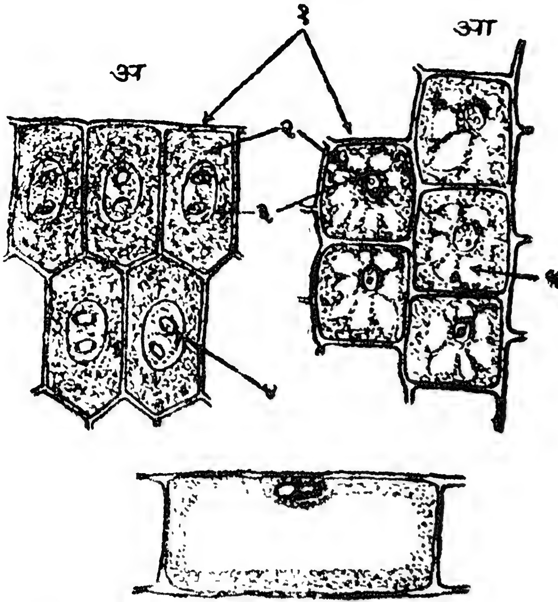
वनस्पतींच्या बाह्य रूपांत जशी विविधता दिसून येते तशीच त्यांच्या शरीराच्या अंतर्रचनेंतही आढळते. प्रत्येक लहान किंवा मोठा जीव, तो कितीही लहान असो वा कितीही मोठा असो, त्याच्या शरीररचनेचा आरंभ एका सूक्ष्म जीवनद्रवाच्या थेंबापासून किंवा खंडापासून होतो. या जीवन-द्रव-खंडास 'पेशी' ही संज्ञा रूढ झाली आहे. सर्व जीवमात्राचीं (प्राण्यांचीं आणि वनस्पतींचीं) शरीरें अशा एकाच पेशीचीं किंवा तिच्या विभजनाने उत्पन्न झालेल्या तिच्या सारख्याच, किंवा त्यांच्यांत विशिष्ट फरक घडून आल्यामुळे तिच्याशीं विसदृश, अशा अनेक पेशींचीं बनलेलीं असतात, असा जीव-शास्त्राचा सिद्धांत आहे.

वनस्पतिशरीराच्या अंतर्रचनेच्या विविधतेचा विचार करतांना प्रथम जी गोष्ट लक्षांत येते ती ही की कांही वनस्पतींचें शरीर आजन्म एकपेशीय (एकाच पेशीचें बनलेलें) असतें आणि कांहींचें अनेक पेशींचें किंवा बहुपेशीय असतें. मागे उल्लेखिलेल्या प्रोटोकोकस् आणि क्लॅमायडोमोनस् या वनस्पतींचें शरीर यावज्जीव एकपेशीय असतें आणि आपण आपल्याभोवती ज्या असंख्य वनस्पति नेहमी पाहतों त्या बहुपेशीय असतात. बहुपेशीय वनस्पतींतही बारकाईने पाहतां दोन प्रकार दिसून येतात. एका प्रकारांत वनस्पति बहुपेशीय असूनही तिच्या शरीराच्या निरनिराळ्या पेशी एकमेकींसारख्याच असतात, निदान एकमेकींपासून फारशा निराळ्या नसतात. अशा वनस्पतींना 'अविशिष्टपेशीय' (Cellular) ही संज्ञा द्यावी. उलटपक्षीं दुसऱ्या पुष्कळ वनस्पतींच्या शरीरांतील पेशी सर्व एकमेकींसारख्या नसून

त्यांच्या प्राकृतिक घटनेंत आणि रासायनिक गुणधर्मांत पुष्कळ बदल होऊन ज्या मूळ पेशीच्या विभजनापासून त्या उत्पन्न झाल्या तिच्याहून त्या फारच निराळ्या दिसूं लागतात. अशा विसदृश आणि विशिष्ट पेशींनी ज्यांची शरीरघटना होते त्या वनस्पतींना 'विशिष्टपेशीय' (Vascular) म्हणणें योग्य आणि सोयीचें होईल.

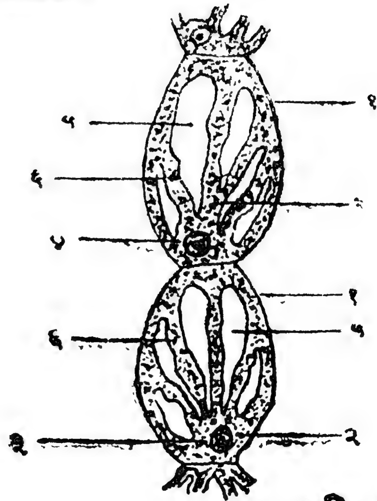
अविशिष्टपेशीय आणि विशिष्टपेशीय वनस्पतींच्या शरीररचनेंतील अंतर समजण्यास मूळ पेशीची रचना आणि तींत प्रसंगवशात् घडून येणारे फरक यांचा विचार केला पाहिजे. पेशीची रचना लक्षांत येण्यास प्रोटोकोकस् ही एकपेशीय वनस्पति किंवा ट्रॅडस्कॅन्शिया नांवाच्या, खाली जांभळ्या आणि वर हिरव्या रंगाचीं पानें असलेल्या, बागेंत कुंडयांतून लावण्यांत येणाऱ्या झाडांच्या पुंकेसरांवरील एक केस* सूक्ष्मदर्शकाखाली घालून पहावा. पेशीचा मुख्य भाग म्हणजे एक कणदार, वर्णरहित चिक्कण पदार्थ असतो. हाच जीवनद्रव. पेशीच्या बाल्यावस्थेंत हा चिक्कण पदार्थ सगळीकडे सारखा पसरलेला असतो. पण पेशीच्या प्रौढावस्थेंत जीवनद्रवांत पाण्याचा प्रवेश होऊन त्याचे लहानमोठे बिंदू बनून तो सर्रास कणदार दिसण्याऐवजीं त्यामध्ये कांही मोकळ्या किंवा रिकाम्या जागा (शून्य स्थानें) उत्पन्न झाल्याचा भास होतो (आ० १४). या रिकाम्या जागा किंवा शून्यस्थानें खरोखरीं रिकाम्या मात्र असत नाहीत. त्यांत पेशींत शिरलेलें क्षारयुक्त पाणी जीवनद्रवाच्या व्यापाराने कमीअधिक प्रमाणाने रूपांतरित झालेलें साठलेलें असतें. जीवनद्रवांत मध्यभागीं एक साधारणपणें गोलाकृति असा विशिष्ट भाग दिसतो, त्याला 'पेशीकेन्द्र' म्हणतात. या पेशीकेंद्रांत आणखी एक दोन, केंद्राच्या

* हे केस म्हणजे अविशिष्ट पेशींच्या मालाच होत. या पेशी बऱ्याच मोठ्या असतात, त्यामुळे त्यांचें निरीक्षण करणें सोपें असतें.



(आकृति १४) इ

पेशीरचना (अ, आ, इ) पेशीरचनेची कल्पना येण्याकरितां एका बहुपेशीय वनस्पतीच्या शरीराचे आडवे छेद सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहिले असतां दिसणारे देखावे. (अ) बाल्यावस्थेंतील पेशी. (आ) जरा अधिक प्रौढ पेशी. (इ) एक पूर्णपणें प्रौढ पेशी. (ई) ट्रेड्स्कॅन्शिया नांवाच्या वनस्पतींतील पुंकेसरावरील केसांतील पेशी.



(आकृति १४)

वरील आकृतींत —

१, पेशीकवच; २, जीवनद्रव; ३, पेशीकेन्द्र; ४ ५, शून्यस्थान.

इतर भागांहून निराळे असे, विशिष्ट बिंदु किंवा कण दिसतात, त्यांस 'उपकेंद्रें' म्हणावें. केन्द्र आणि उपकेंद्रें हीं जीवनद्रवावर हिमॅटॉक्सिलीन, सॅफ्रॅनिन्, जोन्शियन् व्हायोलेट वगैरे विशिष्ट रासायनिक रंजकद्रव्यांनी (रंगांनी) प्रयोग केल्यावर अधिक स्पष्ट दिसूं लागतात. कारण जीवनद्रवाचे हे निरनिराळे भाग निरनिराळ्या रंजकांनी निरनिराळ्या प्रमाणांत रंगतात. जीवनद्रवाभोवती वनस्पतींच्या सामान्य पेशींत बहुधा एक पातळ, सेल्युलोज नांवाच्या रासायनिक द्रव्याचें वेष्टण किंवा कवच जीवनद्रवाकडूनच तयार केलें जातें. असलें पेशीकवच प्राण्यांच्या पेशींत नसतें. पुष्कळ वनस्पतींच्या शरीराचा बराचसा भाग (उदाहरणार्थ काष्ठ) मृत पेशींचाच असतो. यांत पेशींतील मुख्य जिवंत भाग जो जीवनद्रव तो नष्ट झालेला असून पेशीकवचेंच फक्त शिल्लक असतात. अशाच एका मृत भागाचें (बुचाच्या एका पातळ चकतीचें) आपण तयार केलेल्या सूक्ष्मदर्शक भिंगाच्या सहाय्याने निरीक्षण करीत असतां रॉबर्ट हुक या इंग्लिश मनुष्याने इ. स. १६६५ मध्ये वनस्पतीच्या पेशीमय शरीररचनेचा शोध केला.

ती चकती हुकला भोकाभोकांची, मधमाशांच्या पोळ्यासारखी दिसली म्हणून त्याने वनस्पतींचें शरीर भोकाभोकांचें (सेल्युलर) बनलेलें असतें असें जाहीर केलें आणि प्रत्येक भागास 'Cell' ही संज्ञा दिली. पण हुकला दिसलेलीं छिद्रें हीं वनस्पतिशरीराचे खरे घटक नसून त्या प्रत्येक भोकाभोकांतून निघून गेलेले जीवनद्रवाचे खंड किंवा थेंब हेच शरीराचे मूल घटक, असा पुढे इ. स. १८४६ मध्ये फॉन् मोल (Von Mohl) या शास्त्रज्ञाने शोध लावला. या जीवनद्रवाच्या थेंबांनी निर्मिलेलीं कवचेंच फक्त बुचांत शिल्लक राहिलेलीं रॉबर्ट् हुकला दिसलीं. पण वनस्पतींच्या, किंबहुना कोणत्याही जीवाच्या, शरीराच्या घटनेची सुरुवात जीवनद्रवयुक्त

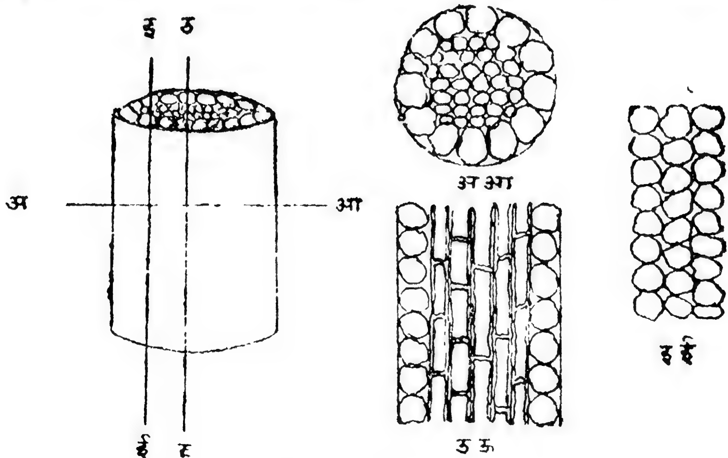
पेशीपासून होते व त्या घटनेचा विकास आणि परिपूर्णता त्या पेशींपासून उद्भवणाऱ्या आणि मूळ पेशीपासून विशिष्ट गुणधर्मांनी निराळ्या अशा पेशीकडून होतात. हा महत्त्वाचा 'पेशी सिद्धांत' (Cell theory) श्वान्न आणि श्लाइडन् (Schwann and Schleiden) या जीवशास्त्रज्ञांनी इ. स. १८३८–३९ मध्ये प्रस्थापित केला. त्याच्या मुळाशीं रॉबर्ट हुकचा हा शोध होता हें ऐतिहासिक दृष्टया महत्त्वाचें आहे. श्वान्न आणि श्लाइडन्, फॉन् मोल्, फेलिक्स दु जार्डिन, पेन, कोन, वगैरेंच्या शोधांमुळे वनस्पतिशरीरांतील पेशीच्या कवचापासून म्हणजे बाह्यांगापासून अंतरंगाकडे म्हणजे जीवनद्रवाकडे अधिक लक्ष जाऊन जीवनद्रव हा केवळ शरीररचनेचाच पाया नव्हे तर सर्व जीवनव्यापारांचें अधिष्ठान आहे हें कळून आलें. पेशीच्या अंतर्बाह्य अंगाचा बारकाईने अभ्यास ज्याचा विषय आहे असें Cytology ('पेशीविचार') या नांवाचें जीवशास्त्राचें एक स्वतंत्र उपांग हल्ली निर्माण झालें आहे, आणि त्याच्या अभ्यासकांनी वनस्पतिजीवनविषयक ज्ञानांत महत्त्वाची भर घातली आहे.

वर वर्णन केलेल्या पेशीप्रमाणेंच प्रोटोकोकस या एकपेशीय वनस्पतीचें सर्व शरीर असल्यामुळे वनस्पतिजीवनास जरूर असलेले सर्व व्यापार–पोषण, संवर्धन, रक्षण, पुनरुत्पत्ति वगैरे जीवनव्यापार–या एकाच पेशीकडून घडतात. ही गोष्ट एखाद्या रानटी माणसाच्या जीवनक्रमासारखी आहे. तो शिकार करून पोट भरतो, गुहेंत किंवा झाडाच्या आसऱ्याला राहतो किंवा आपली आपणच झोपडी बांधतो आणि जीवनास जरूर असलेलीं आपलीं सर्व कामें बहुतकरून आपण एकटाच करतो. उलटपक्षीं, सुधारलेल्या समाजांत श्रमविभागामुळे जीवनास जरूर असलेल्या कामाची वाटणी समाजाच्या निरनिराळ्या घटकांमध्ये केली जाते.

याच तत्त्वावर बहुतेक बहुपेशीय वनस्पतींच्या शरीराच्या निरनिराळ्या भागामध्ये निरनिराळ्या जीवनव्यापारांची वाटणी होते. आणि त्या भागांची अंतर्रचना आणि बाह्यरूपही ते ते व्यापार उत्तम रीतीने होण्यास सोयीचीं अशीं होतात, असें एकंदरींत पाहतां दिसून येतें. शरीराच्या निरनिराळ्या भागांचें बाह्यरूप आणि अंतर्रचना यांमध्ये अशा रीतीने जो फरक होतो, त्याचें कारण पेशीच्या मूळ स्वरूपांत आणि घटनेंत जरूरीप्रमाणें घडून येणारे फरक हेंच होय. अशा फरकांमुळे निरनिराळ्या जातीच्या पेशी आणि पेशीजाल किंवा पेशीसंघ तयार होतात आणि पेशीजालांचे पुन्हा निरनिराळे जीवनव्यापार करणारे निरनिराळे गट तयार होतात. त्यांचा अभ्यास फार मनोरंजक आहे. पण येथे त्या सर्वांचें तपशीलवार वर्णन करणें शक्यही नाही आणि जरूरही नाही. फक्त पेशींच्या रूपभेदांची आणि वनस्पतीच्या शरीराच्या अंतर्रचनेंतील विविधतेची कल्पना करून देण्यास सूर्यकमळाच्या बुंध्याच्या रचनेचें सचित्र वर्णन येथे दिलें असतां पुरें होईल. पण तें देण्यापूर्वी वनस्पतींच्या अंतर्रचनेचें ज्ञान वनस्पतिशास्त्रज्ञ कसें मिळवितात, यासंबंधीं थोडी माहिती देणें जरूर आहे.

वनस्पतींच्या शरीराच्या अंतर्रचनेचें ज्ञान होण्यास त्याचे निरनिराळ्या प्रकारचे छेद करून पाहावे लागतात. शिल्पशास्त्रज्ञ ज्याप्रमाणें एखाद्या इमारतीच्या रचनेची कल्पना किंवा माहिती देण्याकरितां त्या इमारतीच्या रचनेचे निरनिराळे देखावे दाखविणारे नकाशे काढतात, त्याप्रमाणें वनस्पतिशास्त्रज्ञही वनस्पतींच्या निरनिराळ्या अवयवांचे आडवे उभे असे छेद करून त्यांच्या अत्यंत पातळ अशा चकत्या काढून त्या सूक्ष्मदर्शकाखाली ठेवून त्यांचें अवलोकन करितात आणि अशा रीतीने दिसणारे अवयवांच्या रचनेचे निरनिराळे देखावे मनांत कल्पनेने एकत्र जुळवून त्यांच्या संपूर्ण रचनेचें ज्ञान मिळवितात. असें करणें कां जरूर आहे हें एका उदाहरणाने स्पष्ट होईल. समजा,

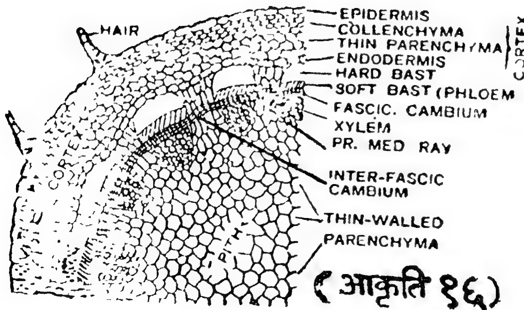
आपण दहा पांच उसांचीं कांडकीं घेऊन त्यांची एक मोळी बांधली आणि ती एका पिशवींत मधोमध घालून तिच्याभोवतीं बटाटे किंवा काडयाच्या पेटया गच्च भरून ती पिशवी तट्ट फुगून सिलिंडराच्या आकाराची झाल्यावर तिचें तोंड शिवून टाकलें. आता या सबंध रचनेचें बाह्य स्वरूप म्हणजे एक कापडाची सिलिंडराकृति पिशवी होय. ती वरून पाहिली असतां तिची बाह्यरेषा वर्तुलाकृति दिसते; बाजूने पाहिलें असतां तिची बाह्यरेषा लंबचौकोनासारखी दिसते; पण तिच्या अंतर्रचनेची कल्पना व्हावयाची असल्यास नुसतें असें बाजूने किंवा वरून पाहून उपयोगाचें नाही. एक आडवा छेद काढून पिशवीकडे वरून पाहिलें तर ती आकृति १९ (अ आ)



(आकृति १९)

मध्ये दाखविल्याप्रमाणें दिसेल. पण एवढयावरून उसाचा किंवा बटाटयाचा थर किती खोलपर्यंत आहे तें कळणार नाही. तें कळण्यास पिशवीच्या वर्तुलाकृति तोंडाच्या व्यासांतून जाणारे कांही छेद व कांही या छेदाशीं समांतर असलेल्या पातळींतून जाणारे उभे छेद करून पाहणें जरूर आहे (आकृति १९ इ ई, उ ऊ).

व्यासांतून जाणारे छेद सगळे उसाच्या थरांतून जातील पण त्यांच्याशीं समांतर असलेले बरेचसे छेद नुसत्या बटाट्यांच्या थरांतून जातील. पिशवीच्या अंतर्रचनेची पूर्णपणें कल्पना होण्यास तिचे उभे आणि आडवे सर्व प्रकारचे छेद करून तपासावे लागतील. पण कमींतकमी एक आडवा, एक व्यासांतून जाणारा उभा आणि एक त्याशीं समांतर असलेल्या पातळींतून जाणारा उभा असे तीन छेद घ्यावे लागतील. ज्या वनस्पतीच्या शरीरांत लांबी, रुंदी आणि घनता असे प्रकार असतात त्यांच्या अंतर्रचनेचें ज्ञान होण्यास असे तीन प्रकारचे छेद करून त्याच्या पातळ चकत्या सूक्ष्मदर्शका-खाली पाहण्याची वहिवाट आहे. सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहावयाचा पदार्थ त्याच्यामधून प्रकाशकिरण सहज जाऊं शकण्याइतका पातळ असावा लागतो. म्हणून वनस्पतिशास्त्रज्ञ वस्तऱ्याने किंवा तसल्याच दुसऱ्या तीक्ष्ण धारेच्या शस्त्राने वनस्पतिशरीरांच्या अतिशय पातळ चकत्या करून त्या सूक्ष्मदर्शकाखाली ठेवून पाहतात. अशा रितीने परीक्षण करून सूर्यकमळाच्या झाडाच्या बुंध्याच्या अंतर्रचनेची मिळालेली माहिती आता नमुन्यादाखल देऊं.



(आकृति १६)

सूर्यकमळाच्या बुन्ध्याचा आडवा छेद करून काढलेल्या पातळ चकतीच्या एका भागाचा सूक्ष्मदर्शकाखाली देखावा. वर्णन मुळांत पहा.

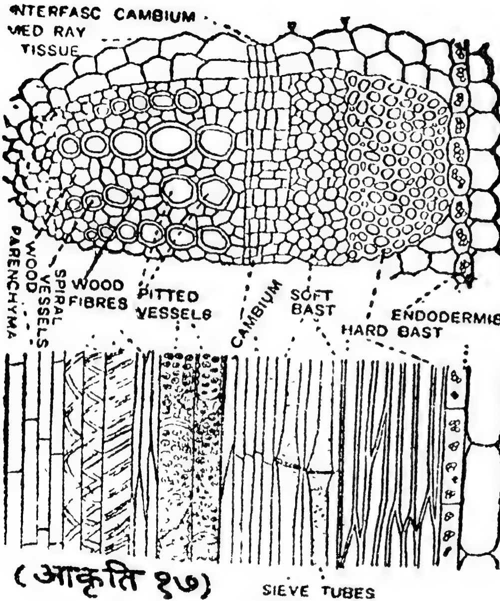
आकृति १६मध्ये सूर्यकमळाच्या बुंध्याचा आडवा छेद करून काढलेली चकती सूक्ष्मदर्शकाखाली कशी दिसते तें दाखविलें आहे.

त्यावरून बुंध्यामध्ये निरनिराळया आकाराच्या पेशींचीं वलयें दृष्टोत्पत्तीस येतात. या वलयांतील अगदी बाहेरचें वलय म्हणजे त्वचा किंवा साल. या वलयाचें काम आंतील पेशींचें संरक्षण करण्याचें असतें. वलयाच्या पेशी एकसारख्या असून त्या एकमेकींस अगदी चिकटून लागलेल्या असतात. मात्र ठिकठिकाणीं हवा आणि पाण्याची वाफ शरीराच्या आंत व आंतून बाहेर जाण्याकरितां या त्वचेंत तुंडाकृति छिद्रं असतात. त्वचेच्या पेशींत पाण्याखेरीज दुसरें कांही नसतें. त्यांच्या कवचांचा बाहेरील भाग जाड झालेला असून त्याच्यामध्ये रासायनिक बदल होऊन तो रबराप्रमाणें पाण्याला अभेद्य बनतो. यामुळे आणि त्याच्या जाडीमुळे त्वचेच्या आंतील पेशीवलयांचें उत्तम तऱ्हेने रक्षण होतें.

त्वचावलयाच्या आंतील पेशींचे पांचसहा थर एकसारखे दिसतात. या पेशींची लांबीरुंदी साधारण सारखीच असल्याने कोणत्याही छेदांत त्या वर्तुळाकृति किंवा लंबगोलाकृति दिसतात. त्यांचीं कवचें पातळच आणि सेल्यूलोज द्रव्याचीं असतात आणि त्यांमधील जीवनद्रव शाबूत राहून अन्ननिर्मिति, अन्नाची वाहतूक वगैरे शरीरपोपण-विपयक कामें या वलयांकडून होत असतात. पेशींत पाणी गच्च भरल्यामुळे वनस्पतिशरीरास जरूर असलेला ताठपणाही कांही अंशीं या पेशींकडूनच पुरविला जातो. यांच्यांतील सर्वांत आंतील थर बहुधा बराच विशिष्ट असा दिसतो. त्यांतील पेशींत पुष्कळदा सत्वाचे कण साठलेले दिसतात. या थरांस 'अंतस्त्वचा' असें नांव दिलें असतां चालेल.

अंतस्त्वचेच्या आंतील वलय जरा तुटक दिसतें. पण त्याचे १४–१९ भाग दिसतात, ते मात्र एकसारखे दिसतात. या भागांतील पेशी मुख्यत: नलिकाकृति असून त्यांचें कार्यही पाणी आणि अन्नरस शरीराच्या निरनिराळया भागांकडे न्यावयाचें हें असतें. म्हणून या वलयास वाहिनीवलय म्हटलें असतां चालेल. या वाहिनीवलयाच्या तुटक भागांमधून (वाहिनीसंघांतून) ओवल्यासारखें दिसणारें आणि

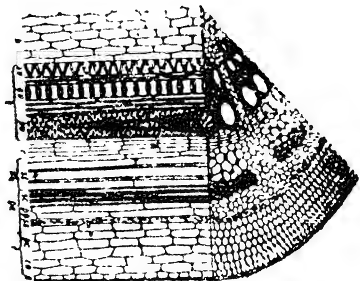
त्यांना एकमेकांशीं जोडणारें असें आणखी एक जीवनद्रवानें गच्च भरलेल्या पेशींचें वलय असतें. या पेशी वर्धनशील असून त्यांपासून विभजनक्रियेने नवीन जलवाहिन्या आणि अन्नवाहिन्या आणि इतर जातीच्या पेशी तयार होऊन त्यायोगें बुंध्याची जाडी वाढते. म्हणून या वलयास

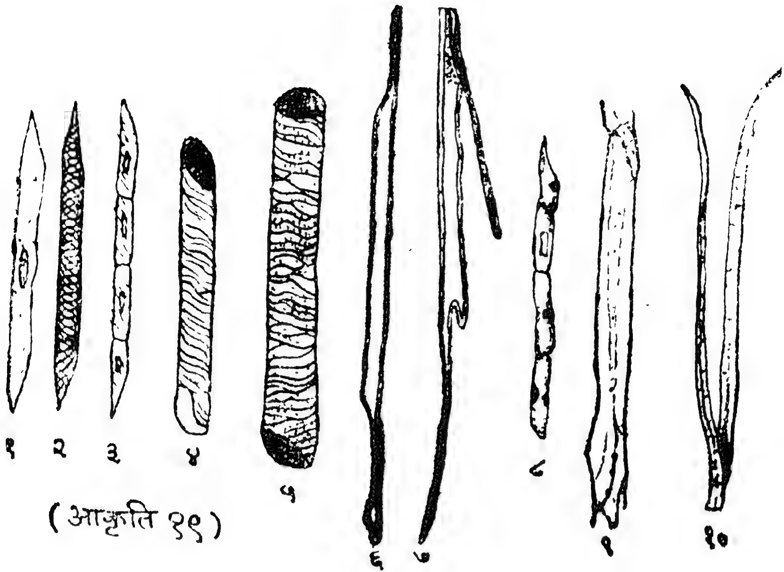


(आकृति १७)

सूर्यकमळाच्या बुंध्यातील एका वाहिनीसंघाचे आडवा आणि उभा असे छेद.

वाहिनीवलयाचे आडवा आणि उभा असे दोन छेद काल्पनिक रीतीने एकमेकास जोडून दाखविले आहेत. आ० १७, १८ आणि १९ या आकृतींवरून या वलयांतील पेशींचें रूप आणि रचना यांतील विविधतेची कल्पना होईल.


(आकृति १८)



(आकृति १९)

वृद्धिकारक अथवा उत्पादक पेशीवलयांतील एक पेशी आणि तिच्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या अनेक जातींच्या पेशी. १–एक उत्पादक पेशी; उत्पादक पेशीचें कार्य विभजनाने नवीन पेशी उत्पन्न करण्याचें असतें. २,४,५–जलवाहनाच्या कार्याकरितां विशिष्ट झालेल्या पेशी. यांतील जीवनद्रव नष्ट झालेला असतो आणि पेशीकवचें जाड झालेलीं असतात. ३–काष्ठ भागांतील कांही जीवनद्रवयुक्त पेशी. ६,७,१०–दोरासारख्या पेशी. यांतीलही जीवनद्रव नष्ट झालेला असतो. पण यांच्या योगें वनस्पतिशरीराला काठिन्य अथवा मजबुती येते. वाक किंवा काथ्या (ज्यांपासून दोरखंड बनवितात) हे असल्या पेशींचेच संघ होत. ८–जीवनद्रवयुक्त गाभ्याच्या फाटयांतील कांही पेशी. यांच्याकडून थोडें अन्नवाहनाचें व थोडें अन्नसंग्रहणाचें कार्य होतें. ९–एक अन्नवाहिनी. अन्नवाहिन्या या नलिकाकृति असून त्यांत जीवनद्रवही असतो. पानांत वगैरे तयार झालेलें अन्न या नलिकांतून शरीराच्या एका भागापासून दुसरीकडे वाहिलें जातें. दोन नलिका एकमेकींशीं जोडलेल्या असतात त्या ठिकाणीं एक चाळणीसारखा सछिद्र पडदा असतो. त्यामुळे अन्नवाहनास अडचण होत नाही. या पडद्यामुळे अन्नवाहिन्यांस 'चालनी नलिका' असेंही नांव इंग्रजींतील 'Sieve tube' याचें भाषांतर म्हणून देण्यास हरकत नाही.

'वृद्धिकारक अथवा उत्पादक पेशीवलय' ही संज्ञा देण्यास हरकत नाही.

वाहिनीवलयाच्या एकमेकांमधील जागा आणि त्या वलयाच्या आंतील सर्व भाग पातळ कवचांनी वेष्टित अशा बहुकोणाकृति पेशींनीं व्यापलेला असतो. या पेशींत जीवनद्रव बहुतकरून असतो आणि त्या जीवनद्रवाच्या व्यापाराने उत्पन्न झालेले अन्नादि पदार्थ असतात. मध्यभागांतील पेशींना गाभा आणि त्याच्यापासून वाहिनीसंघाच्या मध्ये जाणाऱ्या भागास गाभ्याचे फाटे (अऱ्या) असें म्हणावें. या फाटयांतून अन्नपाणी शरीराच्या निरनिराळ्या भागांत पोचविलें जातें.

आ० १७ मध्ये वाहिनीवलयांतील एका वाहिनीसंघाचे उभे आणि आडवे छेद दाखविले आहेत आणि आ० १८मध्ये ते एक-मेकाशीं जोडून दाखविले आहेत. आ० १९मध्ये वृद्धिकारक अथवा उत्पादक पेशीवलयांतील एक पेशी आणि तिच्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या प्रत्येक जातीच्या पेशीपैकी एक एक पेशीचीं चित्रें दिलीं आहेत. त्यावरून वनस्पतिशरीराच्या अंतर्रचनेची विविधता वाचकांच्या लक्षांत येईल.

प्रकरण तिसरें

वनस्पतींचे जीवनव्यापार

(अ) वनस्पतींच्या सजीवतेचीं लक्षणें

वनस्पती सजीव आहेत ही गोष्ट कोणीही कबूल करील, तथापि साधारणपणें वनस्पतींचा जिवंतपणा प्राण्यांच्या जिवंतपणाइतका स्पष्टपणें मनावर ठसत नाही. जीवहत्या हें मोठें पाप मानणाऱ्या धार्मिक लोकांना आपल्या सात्त्विक अशा मानलेल्या वनस्पत्याहारांतही असंख्य जीवांची आपण रोज हत्या करीत असतों ही जाणीव नसते. याचें कारण प्राण्यांच्या जिवंतपणाचीं मुख्य लक्षणें म्हणजे संवेदना

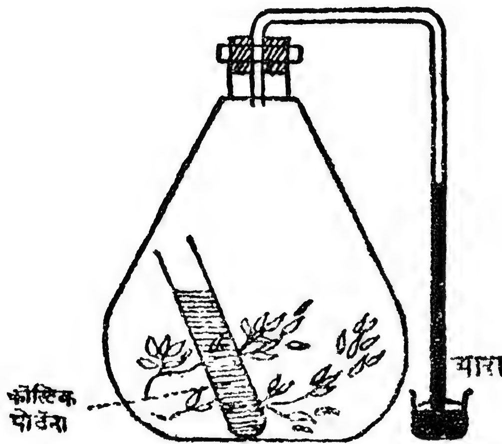
व हालचाल हीं वनस्पतींत तितक्या स्पष्टपणें दिसून येत नाहीत. पण बारकाईने पाहणाऱ्याला प्राण्यांचीं जीं जीं म्हणून जिवंतपणाचीं लक्षणें आपण मानतों तीं तीं सर्व वनस्पतींत दिसून येतील.

प्राण्यांच्या जिवंतपणाचीं मुख्य लक्षणें म्हणजे शरीराची वाढ, पुनरुत्पत्ति, श्वासोच्छ्वास, संवेदना (स्पर्श, प्रकाश, उष्णता, विद्युत् वगैरेंचा आघात जाणण्याची शक्ति) व हालचाल हीं होत. यांपैकीं शरीराची वाढ व पुनरुत्पत्ति हीं दोन्ही लक्षणें तर सर्व वनस्पतींत स्पष्टपणें दिसून येतात. बाकीचीं लक्षणें मात्र वरवर पाहणाऱ्यांच्या ध्यानांत येण्यासारखीं नाहीत. त्यांची साक्ष पटवून देण्याकरितां सूक्ष्म अवलोकनाचें आणि विशिष्ट प्रयोगांचें साहाय्य घ्यावें लागतें. असें केल्याने प्राण्यांच्या जिवंतपणाचीं सर्व लक्षणें वनस्पतींमध्ये असल्याची खातरी होते. सूक्ष्म अवलोकनाखेरीज ध्यानांत न येणारीं लक्षणें वनस्पतींत नसावींतच अशा समजुतीनेच वनस्पतींचें जीवन प्राण्यांपेक्षा कमी दर्जाचें, निदान निराळ्या स्वरूपाचें तरी असावें अशी भ्रामक कल्पना सामान्य जनांत प्रचलित झाली असावी.

वनस्पति प्राण्यांप्रमाणेंच श्वासोच्छ्वास करितात ही गोष्ट लक्षांत येण्यास श्वसनक्रियेचें रूप व कार्य काय असतें याची प्रथम नीट समजूत पटली पाहिजे. श्वासोच्छ्वास याचा शब्दशः अर्थ 'हवा आंत घेणें व बाहेर सोडणें' असा आहे. श्वसनक्रिया चालू असतां हवेंतील प्राणवायु अथवा ऑक्सिजन शरीरांत जातो व कारबॉनिक ॲसिड वायु शरीरांतून बाहेर टाकला जातो. प्राण्यांचे जीवनव्यापार त्यांच्या शरीरांत चालू असलेल्या अनेक प्रकारच्या रासायनिक क्रियांवर अवलंबून असल्यामुळे त्या क्रियांच्या घडामोडींत प्राणवायूचा शरीरांतील निरनिराळ्या द्रव्यांशीं संबंध येतो. या घडामोडींत त्यांपासून शेवटीं कारबॉनिक ॲसिड वायु तयार होऊन तो शरीराबाहेर सोडला जातो. वनस्पतींमध्येही श्वसनक्रियेचा हुबेहूब

ह्याच प्रकार चालू असतो हें एका सोप्या प्रयोगावरून सिद्ध करून दाखवितां येईल. तो प्रयोग असा:—

एका प्रयोगनलिकेंत थोडया पोटयाशच्या अल्काचा द्राव—कॉस्टिक् पोटॅश्चें पाणी—घालून ती वजन करून एका मोठया काचेच्या चंबूंत बाजूला टेकून ठेवावी. त्या चंबूंत कांही लहान लहान रोपटीं घालावींत. एका भोक असलेल्या बुचाने चंबूचें तोंड बंद करावें. आ० २० मध्ये दाखविल्याप्रमाणें एका वाकविलेल्या काचेच्या नळीचें



(आकृति २०)

आखूड टोक बुचांत घट्ट बसवून दुसरें लांब टोक एका लहानशा काचेच्या भांडयांत पारा घेऊन त्यांत बुडून राहील असें ठेवावें. प्रयोगाच्या जागीं उष्णतामान साधारणपणें कायम राहील अशी योजना करावी. कांही वेळाने भांडयांतील पारा हळू हळू नळींत चढून एका विवक्षित उंचीवर स्थिर होतो असें दिसून येईल. या प्रयोगाचें स्पष्टीकरण खालीलप्रमाणें आहे:—

१. चंबूंत घातलेली प्रयोगनलिका, तिच्यांतील द्राव व शेजारीं ठेवलेलीं रोपटीं याशिवाय त्यामध्ये नेहमीप्रमाणें सर्वव्यापी हवा

अस्तित्वांत होती हें समजणें अवघड नाही. हवेचे मुख्य घटक म्हणजे नायट्रोजन वायु व प्राणवायु. हवेंत कारबॉनिक ॲसिड वायु थोडया प्रमाणांत मिसळलेला असतो, परंतु हें प्रमाण फारच क्षुल्लक असतें. नळींत पारा चढल्यामुळे चंबूंतील हवेचा दाब कमी झाल्याचें उघडकीस येतें. हा दाब कमी होण्याचें कारण त्यांतील आक्सिजन वायूनें रोपटयांच्या शरीरांत प्रवेश केला हें होय.

२. चंबूंतील शिल्लक राहिलेल्या मोकळ्या वायूंत प्राणवायूचा अंशसुद्धा शिल्लक नाही हें सिद्ध करणें सोपें आहे. ज्वलनक्रियेस प्राणवायूची मदत लागते. त्याच्या अभावीं पदार्थ जळूं शकत नाही. एखादी पेटविलेली काडी प्रयोगाअंतीं चंबूंत बुडविली तर तात्काळ विझून जाते. येवढयावरून त्यांत प्राणवायु शिल्लक नाही हें ठरवितां येतें.

३. चंबूंत ठेवलेल्या प्रयोगनलिकेंत कॉस्टिक पोटयाशचें द्रव ठेविलेलें असतें. शक्य तेवढा कारबॉनिक ॲसिड वायु शोषून घेण्याचा त्या द्रवाचा गुणधर्म आहे. प्रयोगाचे शेवटीं नलिकेचें वजन पहिल्यापेक्षां वाढलेलें आढळतें. त्यावरूनच तिच्यांत कारबॉनिक ॲसिड वायूचा समावेश झाल्याचें सिद्ध होतें. याप्रमाणें वनस्पति प्राणवायु शरीरांत घेऊन कारबॉनिक ॲसिड वायु शरीराबाहेर टाकतात हें सिद्ध होतें. याचाच अर्थ वनस्पति श्वासोच्छ्वास करितात.

वनस्पतींमध्ये संवेदना म्हणजे स्पर्श, प्रकाश, उष्णता वगैरे जाणण्याची शक्ति असते हेंही सिद्ध करून देतां येतें. 'लाजाळू' झाड बहुतेकांच्या परिचयाचें असेल. या झाडाच्या एका भागाला जरा धक्का लागला की त्याचीं पानें मिटतात व नमतात आणि ही क्रिया जेथे धक्का लागला असतो तेथून क्रमाक्रमाने झाडाच्या इतर भागांत पसरत जाते. यावरून या झाडास तरी संवेदना असते हें कोणीही कबूल करील. इतर वनस्पतींमध्ये ही संवेदना इतकी स्पष्टपणें दिसून येत नसली तरी ती त्यांत कमी जास्त प्रमाणांत असते हें कांही प्रयोगांच्या

साहाय्याने दाखवितां येतें. रुजणाऱ्या बियांमधील कोंब म्हणजे पानांचा भाग, व मोड हा मुळांचा भाग होय. बी कोणत्याही स्थितींत म्हणजे मोड वर किंवा खाली करून किंवा सपाट जमिनीवर आडवें ठेवून लावलें तरी शेवटीं नियमितपणें मोड खाली जमिनीकडे व अंधाराकडे जातो आणि कोंब वरच्या बाजूस, हवेंत, प्रकाशांत आणि मोडाच्या विरुद्ध दिशेस वाढत जातो. यावरून मोडाला व कोंबाला आपल्या परिस्थितींतील प्रकाश वगैरे जाणण्याची शक्ति असते हें सिद्ध होतें.

आणखी एक वनस्पतींकडून होणाऱ्या प्रकाशसंवेदनेचें साधारण परिचयाचें उदाहरण द्यावयाचें तर बसावयाच्या खोलींत खिडकींत ठेविलेल्या कुंड्यांतील झाडांचें देतां येईल. खिडकीबाहेरील प्रकाश सामान्यतः खोलींतील प्रकाशापेक्षा प्रखर असतो, आणि खिडकींत ठेविलेल्या झाडांची वरचेवर हलवाहलव केली नाही तर कांही दिवसांनी त्यांचा झोक खिडकीबाहेरच्या प्रकाशाकडे जाऊन तीं जणू काय डोकावून खिडकीबाहेर पाहण्याचा प्रयत्न करतात, असें दिसूं लागतें.

तसेंच भोपळा, काकडी वगैरे वेलांना तणावे (ताण) असतात. त्यांच्या साहाय्याने हीं झाडें मांडवावर, कुंपणावर, भिंतींवर वगैरे चढूं शकतात. कोवळे असतांना या तणाव्यांमध्ये स्पर्शज्ञान असल्याचें सहज दाखवितां येतें. अशा कोवळ्या तणाव्यांचा कोणत्याही वस्तूशीं संबंध घडून येण्यापूर्वीं, म्हणजे तो अधांतरीं असतांना, त्याच्या अगदी शेंड्याजवळ बारीक काडीने किंवा दोरीने हलकेंच घासलें तर थोड्याच वेळाने त्या भागांत चेतना उत्पन्न होऊन तणाव्याचें टोक वळूं लागलेलें दिसतें. काडी शेंड्याजवळ तशीच ठेविली तर तणाव्याचें टोक तिच्याभोंवती वेटोळ घालूं लागतें असेंही अनुभवास येतें.

आता सजीवपणाचें राहिलेलें लक्षण म्हणजे हालचाल. सामान्यतः मोठ्या वनस्पति एका जागींच स्थिर असतात व त्याच्या

उलट आपल्या शरीराच्या हालचालीने प्राणी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं जाऊं शकतात. परंतु बारकाईने पाहतां हा भेदही खरा नाही असें दिसेल. कारण प्रवाळकीटक (पोवळीं उत्पन्न करणारे प्राणी) प्राणी असून झाडांप्रमाणें स्थिर असतात. उलटपक्षीं, पुष्कळ सूक्ष्म वनस्पति प्राण्यासारख्याच हालचाली करितात असें सूक्ष्मदर्शकांच्या साहाय्याने दृष्टोत्पत्तीस आलें आहे. उदाहरणार्थ, क्लॅमायडोमोनस ही एकपेशीय वनस्पति (आ० २) किंवा तसल्याच अनेक पेशींच्या बनलेल्या पॅन्डोरायना (आ० ५ अ) किंवा व्होल्व्हॉक्स (आ० ६) नांवाच्या वनस्पति आपल्या केशाकृति अवयवांच्या हालचालीने पाण्यांत इतस्ततः संचार करितात. व्होल्व्हॉक्स या वनस्पतीचा या कारणामुळे कांही प्राणिशास्त्रज्ञ प्राणिकोटींत समावेश करितात.

एकंदरींत वरील विवेचनावरून लक्षांत येईल की वनस्पति व प्राणी यांच्यांतील जीवितांत सामान्यतः वाटतें तितकें अंतर नाही. या दोन्ही कोटींतील व्यक्तींचा जिवंतपणा ज्या मूलपदार्थांत–जीवद्रवांत–वास करितो त्याचें स्वरूप व गुणधर्म या दोन्हींत सारखेच आहेत असें प्रत्ययास आलें आहे. प्रसिद्ध बंगाली शास्त्रज्ञ सर जगदीशचंद्र बोस यांच्या विलक्षण कौशल्याने बनविलेल्या यंत्रसामग्रीच्या साहाय्याने वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या जीवनव्यापारांतील सादृश्य समजावून घेणें सोपें झालें आहे आणि तें सादृश्य पूर्वी माहीत होतें त्यापेक्षा कितीतरी अधिक बाबतींत आहे हें स्पष्ट होऊं लागलें आहे.

(आ) वनस्पतींचें अन्न

वनस्पति प्राण्यांप्रमाणे सजीव आहेत हें पटल्यानंतर स्वाभाविकपणें त्यांच्यामध्ये आहार-निद्रा-भय-मैथुनादि प्रकार आहेत काय असा प्रश्न उद्भवतो आणि वनस्पतींच्या जीवनव्यापारांच्या अभ्यासकांस या प्रश्नाचें होकारार्थ उत्तर द्यावें लागतें. तें कसें तें आता पाहूं.

प्रथमतः वनस्पतींच्या अन्नाविषयीं विचार करूं. प्राण्यांप्रमाणेंच वनस्पतींना अन्नाची जरूर असते, ही गोष्ट साधारणपणें लक्षांत न येण्याचें कारण हें की सामान्यतः वनस्पतींना अन्नग्रहण करण्यास तोंड आणि अन्नपचन करण्यास जठर अशीं इंद्रियें असत नाहीत. प्राण्यांसंबंधीं बोलतांना आपण अन्न या शब्दाने ज्या वस्तूंचा उल्लेख करतों त्या वस्तु त्याच स्वरूपांत वनस्पति आपल्या शरीरांत प्रत्यक्ष घेतांना दिसत नाहीत; म्हणून वनस्पतींना अन्न लागत असेलच तर तें प्राण्यांच्या अन्नाहून निराळें असलें पाहिजे असा समज स्वाभाविकपणें होतो. पण जीवशास्त्रवेत्त्यांनी प्राण्यांच्या किंवा वनस्पतींच्या शरीराचे आद्य घटक म्हणून ज्या पेशींचा शोध लावला आहे त्या पेशींतील महत्त्वाचा भाग जो जीवनद्रव—जो सर्व जिवंतपणाचें अधिष्ठान आहे—तो प्राण्यांमध्ये आणि वनस्पतींमध्ये दोन्हींतही प्रायः सारखाच आहे. आणि म्हणून दोनही प्रकारच्या जीवांना अन्नही सारखेंच लागतें. तें तयार करण्याच्या आणि अन्नग्रहणाच्या तऱ्हा मात्र वेगळ्या. अन्नाचा मुख्य उपयोग या जीवनद्रवाच्या जीवनव्यापारांस जरूर असलेली शक्ति पुरविणें आणि अवयवांची वाढ करणें हा होय. ज्या पदार्थांचा जीवनद्रवास या कामीं उपयोग होतो ते पदार्थ कोणते हें आता पाहूं.

वनस्पतींना किंवा प्राण्यांना कोणतें अन्न पाहिजे असतें हें समजण्यास या दोन वर्गांतील कांही उच्च दर्जाच्या जीवांना त्यांच्या असहाय बाल्यावस्थेंत ज्या अन्नाची निसर्गसिद्ध योजना असते त्या अन्नाचें रासायनिक परीक्षण करणें उपयोगीं पडेल. प्राण्यांना मातेच्या स्तनांतील दूध व वनस्पतींना त्यांच्या बीजांत साठविलेलें तेल, साखर इत्यादि पदार्थ, हीं त्या जीवांचीं निसर्गसिद्ध अन्नें होत. मूल मोठें होऊन स्वतंत्रपणें अन्न खाऊं लागेपर्यंत त्याचें, आणि बीजापासून रोप तयार होऊन त्याचीं मुळें व पानें यांच्या योगाने त्याला स्वतंत्रपणें अन्न

मिळण्याची शक्ति येईपर्यंत बीजांतील अंकुराचें (बालतरूचें) पोषण त्यांच्या त्यांच्या निसर्गसिद्ध अन्नानेच होतें. रासायनिक दृष्टया या दोन्ही अन्नांचें सामान्य स्वरूप सारखेंच आहे. म्हणजे त्यांमध्ये खाली लिहिलेलीं संयुक्त द्रव्यें असतात.

१. प्रोटीड पदार्थ (नायट्रोजनयुक्त द्रव्यें); उदाहरणार्थ—अंडयाचा बलक, दुधावरची साय, शरीरांतील मांसल भाग.

२. कार्बोहायड्रेट पदार्थ (हायड्रोजन आणि आक्सिजन हे २:१ या प्रमाणांत असून त्यांचा कार्बनशीं संयोग होऊन झालेले पदार्थ); उदाहरणार्थ—शर्करा, सत्त्व, तवकील.

३. फॅटस् (तैलें किंवा चरबी); उदाहरणार्थ—लोणी, निरनिराळीं खाद्यतैलें, चरबी वगैरे.

प्रत्येक जीवाचें पोषण होण्यास कमीअधिक प्रमाणांत वरील तीनही जातींचे पदार्थ पाहिजे असतात. बहुतेक प्राणी हे पदार्थ दुसरे प्राणी किंवा वनस्पति यांच्यापासून आयतेच तयार केलेले मिळवितात. म्हणजे एका अर्थाने प्राणी हे परोपजीवी असतात. पण बहुतेक वनस्पति हवेंतील कार्बन डायॉक्साईड वायु व जमिनींतून मुळांवाटे निरनिराळ्या क्षारांनी युक्त असें पाणी आंत घेऊन त्यापासून आपल्या आपण आपल्या शरीरांत आपलें अन्न तयार करितात. म्हणजे प्राण्यांशीं तुलना केली असतां वनस्पति या साधारणपणें स्वावलंबी असतात. प्राणी व वनस्पति यांमधील या बाबतींतील अंतर पुढील दृष्टांताने कदाचित् अधिक स्पष्ट होईल. प्राणी हे ज्या भिक्षुकांना (किंवा पाहुण्यांना) आयतें शिजवून वाढलेलें अन्न चालतें त्यांसारखे असतात. आणि वनस्पति या ज्यांना आयतें शिजविलेलें चालत नाही पण शिधा द्यावा लागतो व मग ते आपला आपण स्वयंपाक करून खातात अशा जैन वगैरे जातीच्या पाहुण्यां-(किंवा भिक्षुकां-) सारख्या असतात. वनस्पति हवेंतून व जमिनींतून

जे पदार्थ घेतात ते केवळ त्यांची अन्नसामग्री होत. त्याच्यापासून त्यांचे अनेक रासायनिक संयोग व रूपांतरें घडवून त्यांचे वर उल्लेख केलेले तीन तऱ्हेचे अन्नाचे घटक तयार करण्याची शक्ति वनस्पतींच्या जीवनद्रवाच्या अंगीं असते. अन्नसामग्रीपैकी हायड्रोजन, नायट्रोजन, पोटॅश, फॉस्फरस, गंधक वगैरे पदार्थ जमिनींतील पाण्यांतून मिळतात, पण कार्बन हा हवेंत कार्बन डायॉक्साईड वायु असतो, त्यापासून मिळतो. सामान्य वनस्पतींमध्ये पानांत वगैरे हिरवा रंग असतो त्यास 'हरिद्रंग' (हिरवा रंग, Chlorophyll) म्हणूं. हा हिरवा रंग पानांतील पेशींमध्ये जीवनद्रवाचे विशिष्टभाग–हरितकण–(Chloroplasts) असतात त्यांमध्ये असतो. या हरिद्रंगाचे अंगीं सूर्यप्रकाशांतील ओजाचे (शक्तीचे) साहाय्याने कार्बन डायॉक्साईड वायूचें कार्बन व आक्सिजन असें पृथक्करण करण्याची शक्ति असते व या पृथक्करणाने वनस्पतीस कार्बन मिळतो.

वरील गोष्ट सर्वसाधारण वनस्पतींची–ज्यांमध्ये हरिद्रंग असतो त्यांची–झाली, पण कांही वनस्पतींमध्ये हा रंग कमी प्रमाणांत असतो किंवा मुळीच नसतो. अशांना हवेंतून कार्बन मिळवून आपलें अन्न आपल्या आपण तयार करतां येत नाही. म्हणून त्यांना प्राण्यांप्रमाणेंच परोपजीवी होऊन आपलें अन्न दुसऱ्या प्राण्यांपासून किंवा वनस्पतींपासून आयतेंच मिळवावें लागतें. बांडगूळ, टारफुला अथवा टवळा, निमोळी, अळिंब, कुत्र्याची छत्री वगैरे परोपजीवी वनस्पतींचीं उदाहरणें आहेत. याशिवाय कांही वनस्पति मांसाहारी असून कृमिकीटकांच्या शरीरांपासून आपलें अन्न मिळवितात. या अपवादात्मक वनस्पतींचें अधिक वर्णन पुढे यथाक्रम येईलच.

(इ) वनस्पतींचें अन्नग्रहण

वनस्पतींचें आणि प्राण्यांचें अन्न यांत तत्त्वतः मुळीच फरक नाही; हें अन्न ग्रहण करण्याच्या पद्धतींत मात्र या दोन जीवनवर्गांत

भेद आहे; हें मागील प्रकरणांत सांगितलें. आता वनस्पतींच्या अन्नग्रहणाच्या पद्धतीचा जरा तपशीलवार विचार करणें जरूर आहे.

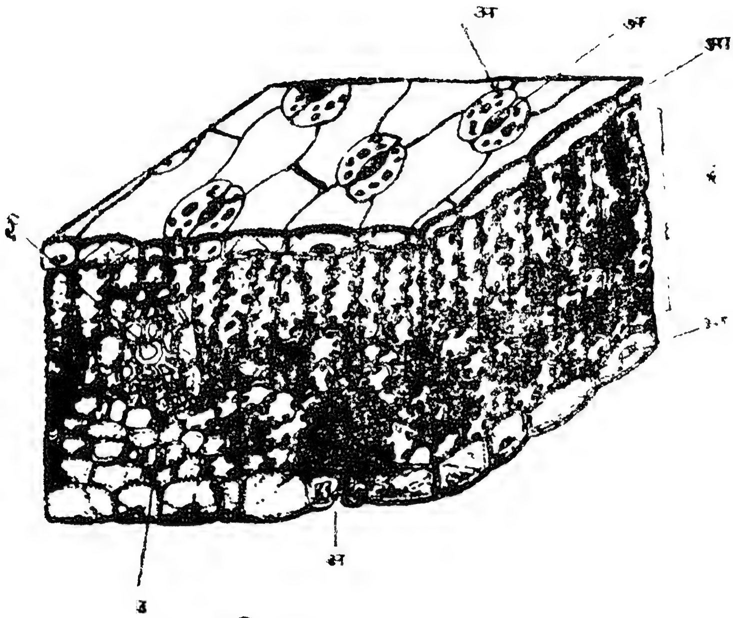
वनस्पति आपलें अन्न प्रोटीड्, फॅट्, कार्बोहायड्रेट या तयार स्वरूपांत घेत नसून त्यांच्या शरीरांत केवळ या अन्नाचे घटक–पाणी आणि साधे क्षार–घेतले जातात आणि शरीरांतील विशिष्ट पेशींत या घटकांमध्ये निरनिराळे रासायनिक संयोग आणि रूपांतरें होऊन मग त्यांपासून हे अन्नप्रकार उत्पन्न होतात. वनस्पतीच्या शरीरस्वास्थ्यास आवश्यक असे अन्नघटक कोणते हें ठरविण्यासाठी अनेक प्रयोग केले आहेत. अशा प्रयोगांत गहू, वाटाणा, मका अशांसारख्या थोड-क्या मुदतींत आपला आयुष्यक्रम पुरा करणाऱ्या वनस्पतींचें बी ओल्या फडक्यांत किंवा टीपकागदांत रुजवून तीं रोपटीं वाफेपासून तयार केलेल्या शुद्ध पाण्यांत, काचेच्या बरण्यांत लावितात. निरनिराळ्या बरण्यांतील पाण्यांत निरनिराळे क्षार निरनिराळ्या प्रमाणांत विरविलेले असतात. असा तऱ्हेच्या जलकृषि प्रयोगांनी (water culture experiments) असें सिद्ध झालें आहे की वनस्पतींच्या शरीर-स्वास्थ्यास आणि योग्य वाढीस, फलोत्पत्तीस आणि बीजोत्पत्तीस आवश्यक अशीं द्रव्यें म्हणजे कार्बन्, हायड्रोजन, आक्सिजन्, नायट्रोजन्, मॅग्नीशियम्, लोह, गंधक, फॉस्फरस्, कॅल्शियम् आणि पोटॅशिअम हीं होत. यांखेरीज सिलिकॉन्, क्लोरिन्, आयोडिन् वगैरे कांही द्रव्यें पुष्कळ वेळां वनस्पतींच्या शरीरांत आढळतात, पण तीं अपवादरूप असतात, आणि त्यांच्या अभावीं देखील वनस्पतींचें स्वास्थ्य संभवतें. आवश्यक मूलद्रव्यांपैकी मात्र कोणाचाही अभाव असला तर वनस्पतीच्या स्वास्थ्याचा बिघाड होतो. उदाहरणार्थ–जलकृषि प्रयोगांतील पाण्यांत लोह मुळीच नसेल तर वनस्पतींत हिरवा रंग उत्पन्नच होत नाही आणि त्यामुळे या हिरव्या रंगावर

अवलंबून असलेलें पिष्टशर्करादींचें संघटन थांबतें आणि वनस्पतीच्या शरीरपोषणास व्यत्यय येतो.

आता शरीरस्वास्थ्यास आवश्यक अशीं हीं मूलद्रव्यें वनस्पतींना कोठून व कशीं मिळतात हें पाहिलें पाहिजे. वर उल्लेख केलेल्या प्रयोगांसारख्या अनेक प्रयोगांवरून असें सिद्ध झालें आहे की कार्बन आणि ऑक्सिजनचा थोडासा भाग यांखेरीज बाकी सर्व वनस्पतींच्या स्वास्थ्यास अवश्यक असलेलीं मूलद्रव्यें जमिनींतील क्षारयुक्त पाण्यापासूनच त्यांना मिळतात. यावरून वनस्पतिसंवर्धनास जमिनीचें इतकें महत्त्व कां असतें तें स्पष्ट होईल. ज्या जमिनींत कांही कारणाने कांही आवश्यक द्रव्यें कमी झालीं असतील त्या जमिनींत योग्य खतें घालून तो कमीपणा भरून काढणें जरूर पडतें. उरलेल्या मूलद्रव्यांपैकी ऑक्सिजन कांही अंशीं आणि कार्बन सर्वांशीं हवेंतून पानांच्या द्वारें मिळतो. आश्चर्याची गोष्ट ही की हवेंतील ४/५ भाग नायट्रोजनचा असून हें आवश्यक मूलद्रव्य, कांही अपवादात्मक वनस्पति सोडून दिल्यास, वनस्पतींना हवेंतून बिलकूल घेतां येत नाही. तें जमिनींतील पाण्यांतून नायट्रेट, अॅमोनिया वगैरेच्या रूपानेच त्यांना शोषून घेणें प्राप्त असतें. तशीच दुसरी आश्चर्याची गोष्ट ही की वनस्पतींच्या शरीराचा वजनाने अर्धाअधिक भाग कार्बन् या मूलद्रव्याचा बनलेला असला तरी हें द्रव्य त्यांना हवेंत अत्यल्प प्रमाणांत असलेल्या कार्बन डॉयूऑक्साइड वायूपासूनच घ्यावें लागतें. क्षाररूपाने घेतले जाणारे अन्नघटक सावयव वनस्पतींत पाण्याशीं संबंध येणाऱ्या शरीराच्या कोणत्याही भागांतून आंत घेतले जातात. वायुरूपाने घेतले जाणारे अन्नघटक मुख्यतः पानांच्या द्वारें–पानांत असलेल्या असंख्य पर्णरंध्रांच्या द्वारें–(आ० २१) घेतले जातात. या दोन प्रकारच्या अन्नघटकग्रहणाचें जरा तपशीलवार वर्णन करणें जरूर आहे.

मुळांच्या द्वारें होणारें अन्नघटकशोषण

वृक्षांना संस्कृतांत 'पादप' असा एक प्रतिशब्द आहे. त्याचा अर्थ 'पायाने पिणारे' असा असून तो सावयव वनस्पतींच्या अन्नघटकग्रहणाचा एक मुख्य प्रकार सूचित करतो. झाडांचीं मुळें हीं एका अर्थाने (वृक्षाच्या शरीरास आधार देणारीं म्हणून) त्यांचे पाय आहेत, तर दुसऱ्या अर्थाने (त्यांच्या द्वारें वनस्पतींच्या शरीरांत पाणी



(आकृति २१)

पानांची अंतर्रचना. (पानांचे उभे आणि आडवे छेद कल्पनेने जोडून दाखविले आहेत.)

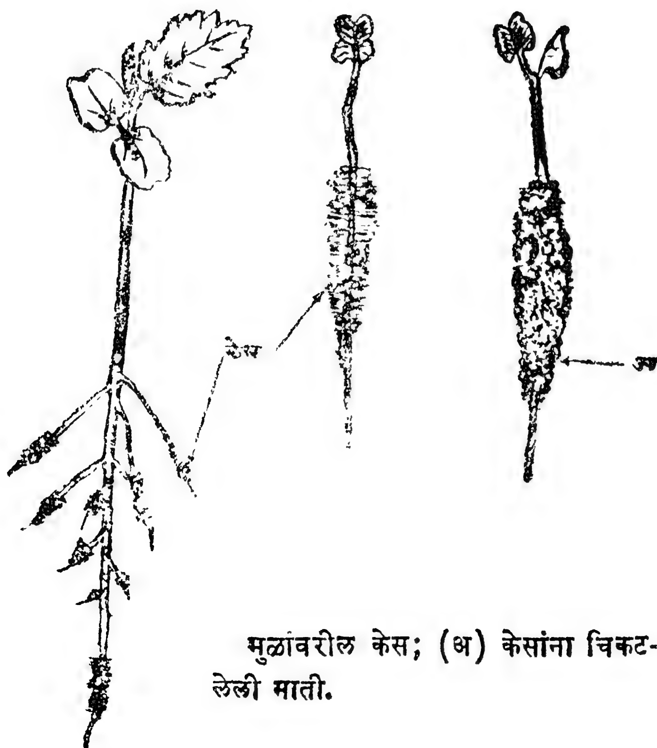
(अ) पर्णरंध्र. (आ) त्वचा. (इ) अन्नघटक आणि हरितकण यांनी युक्त पेशी.

(ई) जलवाहिन्या } या पानांच्या 'शिरां'मध्ये असतात
(उ) अन्नवाहिन्या }

घेतलें जातें म्हणून) तीं त्यांचीं तोंडें आहेत. आता हा जलप्राशना-च्या प्रकार कसा घडतो तो पाहूं.

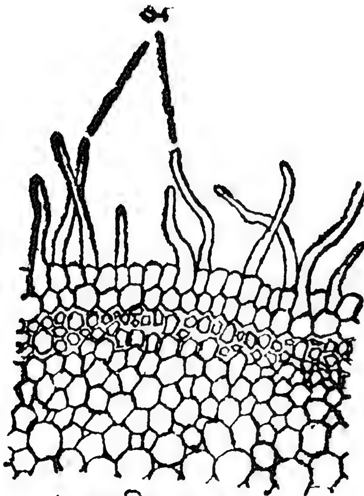
गहू, बाजरी, वाटाणा यांसारखें कोणतेंही लवकर रुजणारें धान्य ओल्या फडक्यांत किंवा टीपकागदामध्ये ठेवून रुजवावें म्हणजे एकदोन दिवसांत दाण्याला मुळें फुटतात. या मुळांची बारकाईने तपासणी करितां असें दिसून येतें की टोकाच्या थोडें मागे प्रत्येक मुळाचा कांही भाग बारीक केसासारख्या तंतूंनी आच्छादिलेला असतो (आ० २२). जमिनींतील अन्नघटकयुक्त पाण्याचें शोषण मुळांच्या

(आकृति २२)



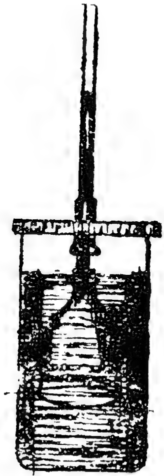
मुळांवरील केस; (अ) केसांना चिकट-लेली माती.

या केशाच्छादित भागांकडूनच होतें. इतर भागांकडून होत नाही. झाड जसजसें जून होतें तसतशा त्याला नव्या मुळ्या फुटत असतात आणि जुने केस निकामी होऊन त्यांच्या जागीं या नवीन मुळांच्या टोकामागे उद्भवणाऱ्या नव्या केसांकडून अन्नघटक शोषून घेण्याचें काम होतें. अशा केसांपैकी एक सूक्ष्मदर्शकाखाली घालून पाहिला असतां त्याची रचना आणि त्याचें कार्य समजतें. याकरितां मुळाच्या केशाच्छादित भागाची एक अतिशय पातळ चकती वस्तऱ्याने काढून ती सूक्ष्मदर्शकाने पाहावी. म्हणजे हे केस म्हणजे मुळाच्या त्वचेच्या पेशीपैकी कांही लांबट आकाराच्या झालेल्या पेशीच होत असें दिसून येतें (आ० २३). मागे पेशीरचनेचा विचार केला आहे



(आकृति २३)

मुळाचा आडवा छेद करून काढलेली पातळ चकती सूक्ष्मदर्शकाखाली मोठी करून दाखविलेली.
(अ) मुळावरील केस.



(आकृति २४)

अर्धभेद्य पडद्यांमधून द्रावाचें प्रसरण.

त्यांत वर्णिलेले सर्व भाग—पेशीकवच, जीवनद्रव, पेशीकेन्द्र, शून्यस्थानें (बहुतकरून या शून्यस्थानांची मध्यभागीं एकच पोकळी झालेली आढळते), वगैरे सर्व या केसांत दिसतात. या केसांकडून अन्नघटकांचें शोषण पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या एका सामान्य नियमानेच मुख्यत: होतें. तो नियम असा की कमी आणि अधिक प्रमाणांत एखादा पदार्थ ज्यांमध्ये विरला आहे अशीं दोन द्रावणें * जर एकमेकांस लागून असलीं तर अधिक क्षारयुक्त द्रावणापासून कमी क्षारयुक्त द्रावणाकडे एक प्रवाह सुरू होतो आणि उलट प्रकारें दुसरा एक प्रवाह सौम्य द्रावणापासून तीव्र द्रावणाकडे सुरू होतो आणि हा प्रकार त्या क्षाराचें प्रमाण त्या दोनही द्रावणांत सगळीकडे सारखें होईपर्यंत चालू राहतो. हा द्रावक आणि द्रावण यांचा प्रवाह किंवा हें त्यांचें प्रसरण अशीं दोन तीव्र आणि सौम्य द्रावकें एकमेकांपासून कांही विशिष्ट द्रव्याच्या (चर्मपत्रासारख्या) पडद्यांनी विभक्त असलीं तरी तसेंच चालू राहतें हें एका सोप्या प्रयोगाने दाखवितां येतें. कागदाची एक पिशवी करून त्यांत काकवी किंवा साखरेचा पाक भरून ती दुसऱ्या एका मोठ्या भांड्यांत असलेल्या साध्या पाण्यांत लोंबत ठेवावी. एक दोन तासांनंतर पाहिल्यास असें आढळून येईल की कागदाच्या पिशवीच्या आंत बाहेरील भांड्यांतून पाण्याचा प्रवेश झाला आहे आणि उलट पिशवींतील साखर बाहेरील पाण्यांत गेली आहे (आ० २४). या प्रयोगावरून हें स्पष्ट होतें की कागदासारखे

---

* **द्रावण**=पाणी किंवा असल्याच कोणत्या तरी प्रवाही पदार्थांत मिठासारखा एखादा क्षार किंवा साखरेसारखें एकादें संयुक्त द्रव्य विरवून तयार झालेलें मिश्रण. **द्राव्य**=द्रावणांतील विरलेला पदार्थ. **द्रावक**=ज्या प्रवाही पदार्थांत एखादा द्राव्य पदार्थ विरलेला असतो तो. उदाहरणार्थ—मिठाचें पाणी हें द्रावण, मीठ हें द्राव्य आणि नुसतें पाणी हें द्रावक.

कांही विशिष्ट पदार्थांचे पडदे वर उल्लेखिलेल्या द्राव्यद्रावकांच्या प्रसरणास अडथळा आणीत नाहीत. अशा पडद्यांना 'भेद्य पडदे' असें म्हणणें विवेचनाच्या दृष्टीने सोईचें होईल. कागदाच्या अगदी उलट गुणधर्मांचे म्हणजे द्राव्य आणि द्रावक यांस अगदी अभेद्य असेही पडदे (उदाहरणार्थ, काचेचा पडदा) संभवतात. आणि या दोन टोकांच्या मध्ये असणारे म्हणजे द्राव्य आणि द्रावक यांपैकी एकाच्या प्रसरणास कमी अधिक प्रमाणांत विरोध करणारे असेही 'अर्धभेद्य' पडदे संभवतात. उदाहरणार्थ, बकऱ्याच्या किंवा दुसऱ्या प्राण्याच्या आंतड्यांपासून तयार केलेलीं चर्मपत्रें. या चर्मपत्रांतून पाणी आंत-बाहेर सहज जाऊं शकतें, पण पाण्यांत विरलेल्या द्राव्य पदार्थास आंत किंवा बाहेर जाण्यास चर्मपत्राकडून बराच प्रतिबंध होतो. हें वरील प्रयोगांत कागदाच्या पिशवीऐवजीं चर्मपत्राची पिशवी वापरली असतां दिसून येईल. अशा पिशवींत बाहेरून पाण्याचा प्रवेश झपाट्याने होतो पण त्या मानाने आंतील साखर बाहेर फारच कमी प्रमाणांत जाते आणि त्यामुळे थोड्याच वेळांत ती पिशवी पाण्याने तट्ट फुगते (आ० २४). द्राव्यद्रावकांच्या प्रसरणाच्या दृष्टीने पेशीकवच (सेल्युलोज या पदार्थाचें बनलेलें) हें 'भेद्य' असतें. पण त्याला लागूनच आंत असलेला जीवनद्रवाचा थर 'अर्धभेद्य' असतो. नुसत्या पेशीकवचांतून पाणी आणि क्षार अप्रतिबंध रीतीने आंतबाहेर जाऊं शकतात. पण पेशी जिवंत असेपर्यंत जीवनद्रवांतून क्षार बाहेर जाण्यास बराच प्रतिबंध होत असतो. या गोष्टी लक्षांत ठेविल्या तर वनस्पतींकडून त्यांच्या अन्नघटकांचें शोषण त्यांच्या मुळावाटे कसें होतें तें समजण्यास सोपें होईल.

वर सांगितलेंच आहे की या अन्नघटकशोषणाच्या कामीं सामान्य वनस्पतींत तरी उपयोगी पडणारे अवयव म्हणजे त्यांच्या मुळांच्या टोकाच्या किंचित् मागे असणारे केस होत. या केसांचा

आणि मातीच्या बारीक कणांचा अति निकट संबंध येतो, हें कोणतेंही एखादें रोपटें उपटून पाहतां त्याला चिकटून येणाऱ्या मातीवरून लक्षांत येईल. आता जमीन ओली असेल तर मातीच्या प्रत्येक सूक्ष्म कणाभोवतीं पाण्याचा एक पातळ थर असतो. या पाण्यांत जमिनींतील द्राव्य पदार्थ विरघळलेले असतात. द्राव्यपदार्थयुक्त पाण्याचा मुळावरील केसाच्या पेशीशीं संबंध आला असतां तिला वर वर्णिलेल्या पाण्यांत लोंबत ठेविलेल्या काकवीने भरलेल्या चर्मपत्राच्या पिशवीची सूक्ष्म प्रमाणांत स्थिति प्राप्त होते. प्रौढ पेशीच्या रचनेचें जें वर्णन मागे केलें आहे त्यावरून हें सहज लक्षांत येईल की अशी एक पेशी म्हणजे एक प्रकारची पिशवी असून तिच्यांत द्राव्ययुक्त पाणी भरलेलें असतें. या पिशवीचें बाहेरचें अंग म्हणजे पेशीकवच हें सेल्युलोजचें असून द्राव्यद्रावकांस सारखेंच 'भेद्य' असतें. पण त्याच्या आंत लागूनच असलेलें जीवनद्रवाचें आवरण मात्र 'अर्धभेद्य' असतें. तें द्राव्य पदार्थांस आंत येऊं देतें पण बाहेर सोडीत नाही. यामुळे पेशींतील जीवनद्रवांत द्राव्य पदार्थांचा संचय होत जातो आणि त्यांतील द्रावण बाहेरील मातीच्या कणाभोवतीं असलेल्या द्राव्ययुक्त पाण्यापेक्षा तीव्र असतें. म्हणून साहजिकपणें या तीव्र द्रावणाकडे बाहेरील सौम्य द्रावणाचें 'द्राव्यप्रसरण' न्यायाने प्रसरण होतें. म्हणजे बाहेरील पाणी पेशीच्या आंत खेचलें जातें.

आता वनस्पतीच्या शरीररचनेच्या विचारावरून हें कळलेंच आहे की वनस्पतीचें शरीर हें एकमेकांशीं निगडित असलेल्या असंख्य पेशींचें बनलेलें असतें. अन्नघटकशोषणाच्या कामांत गुंतलेल्या असंख्य पेशींचे थरचे थर याप्रमाणें एकमेकांस लागून राहिलेले असतात. त्या सर्वांतून द्राव्ययुक्त पाण्याचें प्रसरण याप्रमाणें बाहेरून आंत चाललेलें असतें. मुळांच्या टोकाजवळच्या केसांकडून जें क्षारयुक्त पाणी जमिनींतून शोषलें जातें तें मुळांच्या त्वचेच्या आंत एकाच्या आंत एक असे जे

पेशींचे थर असतात त्यांत त्याच नियमानुसार जातें. अशा अनेक थरांतून जाऊन शेवटीं तें काष्ठापर्यंत पोचतें आणि नंतर काष्ठांतील जलवाहिन्यांतून तें पानांकडे अधिक वेगाने जातें. या जलवाहिन्या मुळांपासून पानांपर्यंत अविच्छिन्न रीतीने जात असतात, हें शरीर-रचनेच्या विवेचनांत सांगितलेंच आहे. पण हें पाणी इतकें उंच चढविण्याच्या कामीं कोणत्या शक्तीचा किंवा युक्तीचा उपयोग होतो हें अद्यापि पूर्णपणें कळलें नाही. याविषयीं अनेक तर्क केले आहेत. मुळांकडून जें पाणी खेचलें जातें त्यांतून पेशीच्या आंत प्रवेश करणारे द्राव्य पदार्थ यांचा जो तेथे थोडाबहुत संचय होतो त्याच्या योगाने पेशींत एक प्रकारचा ताण उत्पन्न होतो. तो द्राव्याच्या प्रसरणशीलत्वाने उत्पन्न झाला असल्याकारणाने त्याला 'प्रसरणजन्य ताण' (Osmotic Pressure) म्हणावें. त्याच्या योगाने जलवाहिन्यांत शिरणाऱ्या पाण्यास थोडी गति मिळते. शिवाय या जलवाहिन्यांची रुंदी अतिशय लहान असल्यामुळे केशाकर्षणाच्या नियमांप्रमाणें त्यांच्यामध्ये कांही उंचीपर्यंत पाणी चढणें संभवतें. तसेंच हें पाणी पानापर्यंत पोचल्यावर त्यांतील बऱ्याचशा भागाची वाफ होऊन ती पर्णरंध्रांच्या वाटेने हवेंत निघून जाते. ही बाष्पीभवनाची क्रिया एकसारखी चालू असल्याने जलवाहिन्यांतील पाण्याला एक तऱ्हेची ओढ लागलेली असते. या बाष्पीभवनाच्या ओढीचाही जलवाहिन्यांतील पाण्यास वर खेचण्यांत उपयोग होत असेल. तथापि मोठमोठ्या ३।४ शें फूट उंच वाढणाऱ्या वृक्षांच्या बाबतींत या सर्व गोष्टी मान्य करूनही इतक्या उंचीपर्यंत पाणी कसें चढत असेल हा प्रश्न शिल्लक राहतोच. अलीकडे डिक्सन् आणि जॉली या विज्ञानशास्त्रज्ञांनी पाण्याच्याच अंगीं असलेल्या स्नेहाकर्षण शक्तीचा—संसक्तिधर्माचा—(Cohesion) या कामीं उपयोग होत असला पाहिजे असें सुचविलें आहे. एकंदरींत वनस्पतिजीवन किती रहस्यपूर्ण आहे आणि त्याच्या

संशोधनांत युक्ति व बुद्धि चालविण्यास मोठया बुद्धिमंतांनाही किती वाव आहे हें दाखविण्यापुरताच या विषयाचा येथे उल्लेख केला आहे.

पानांच्या द्वारें होणारें अन्नघटकशोषण

वनस्पतींच्या पोषणास व वाढीस अत्यंत जरूर असलेल्या अन्नघटकांपैकी कार्बन हा सामान्य वनस्पतींत बहुतांशीं पानांच्या द्वारें वनस्पतीच्या शरीरांत प्रवेश करितो हें मागे सांगितलेंच आहे. आता हा प्रवेश कसा होतो हें समजण्यास पानाच्या अंतर्रचनेचा थोडा विचार करणें जरूर आहे. आ० २१ मध्ये एका पानाच्या अंतर्रचनेचें चित्र दिलें आहे त्यावरून लक्षांत येईल की पानांची बाह्य त्वचा अखंड नसते. तींत असंख्य तुंडाकृति रंध्रें असतात. या रंध्रांच्या द्वारें हवेंतील कार्बन डायूऑक्साइड हा वायु पानांच्या आंत वायु-प्रसरणाच्या सामान्य नियमाप्रमाणें प्रवेश करतो. हीं रंध्रें लहान असलीं तरी फार जवळ जवळ असून असंख्य असतात. त्यामुळे कार्बन् डायूआक्साइडचें हवेंतील प्रमाण फार थोडें असलें तरी वनस्पतीस पाहिजे तेवढा वायु या रंध्रांच्या द्वारें त्यांना मिळूं शकतो. याच मार्गानें हवेंतील आक्सिजन आणि नायट्रोजनचाही प्रवेश होऊं शकतो, पण या मार्गानें प्रवेश झालेल्या या वायूंचा वनस्पतिपोषणाच्या कामीं बहुधा उपयोग होत नाही.

अन्नघटकांपासून अन्ननिर्मिति

सामान्य वनस्पतींची अन्नग्रहणाची क्रिया ही प्रत्यक्ष अन्न घेण्याची क्रिया नसून ती खरोखर अन्नघटकांचा संग्रह करण्याची क्रिया होय हें आतापर्यंतच्या विवेचनावरून स्पष्ट झालें असेल. आता या अन्नघटकांपासून शर्करा, सत्त्व, तैल, मांसरूप द्रव्यें वगैरे प्रत्यक्ष अन्नांचे प्रकार कसे तयार होतात त्याचें दिग्दर्शन केलें पाहिजे.

अन्नघटकांचें अन्नांत रूपांतर होण्यांत अनेक रासायनिक क्रिया घडत असतात. त्यांचें पूर्ण ज्ञान होण्यास बराच कालावधि लागेल. बरेच संशोधक हें ज्ञान मिळविण्याच्या खटपटींत आहेत आणि सजीव प्राणी आणि वनस्पति यांच्या जीवनव्यापारांत चालू असलेल्या असंख्य रासायनिक क्रिया आणि प्रक्रियांचा अभ्यास हें रासायनिक शास्त्राचें एक महत्त्वाचें उपांग असून 'जीवनरसायन' (Bio-chemistry) या नांवाने हल्ली ओळखलें जात आहे. अशा जीवन-रसायन क्रियांपैकी सर्व जीवमात्रास अत्यंत आवश्यक आणि महत्त्वाची क्रिया सर्वसाधारण म्हणजे हिरव्या रंगाच्या वनस्पतींत घडत असते. या क्रियेंत हवेंतील कार्बन् डायऑक्साइड वायूचें प्रथम कार्बन आणि ऑक्सिजन् असें पृथक्करण होतें. हा ऑक्सिजन् हवेंत परत जातो. कार्बनचा मात्र पाण्याशीं रासायनिक संयोग व स्थित्यंतरें होऊन शेवटीं त्याचे शर्करा, तैल आणि पुढे मांसरूप पदार्थ तयार होतात. ते कोणकोणत्या क्रमाने व कसकसे होतात हीं जीवनरसायनांतील बिकट गूढें आहेत. या गूढांसंबंधीं आता इतकेंच निश्चयाने सांगतां येतें की त्यांत वनस्पतींतील हरिद्द्रव्याचें मुख्य कार्य आहे आणि सूर्य प्रकाशां-तील ओज हें या रासायनिक क्रियांचें चालक आहे. आणि या क्रिया फक्त जिवंत वनस्पतींतच आतापर्यंत होत असून त्यांच्या अभावीं वन-स्पतींपासून वेगळें केलेलें हरिद्द्रव्य आणि सूर्यप्रकाश या साधनांनीही या रासायनिक क्रिया प्रयोगशाळेंत कोणासही आतापर्यंत साध्य झाल्या नाहीत. ही प्रकाशसिद्ध अन्ननिर्मिति प्राणिमात्राच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाची आहे. कारण सर्व प्राण्यांचें पोषण प्रत्यक्ष वा अप्र-त्यक्ष रीतीने वनस्पतींनी प्रकाशाच्या साहाय्याने उत्पन्न केलेल्या या अन्नावर अवलंबून आहे. हें लक्षांत ठेवूनच असें म्हणण्यांत येतें की जीवसृष्टींत वनस्पति या 'उत्पादक' (Producers) असून प्राणि हे 'विनियोजक' (Consumers) आहेत.

अन्नग्रहणाचे अपवादात्मक प्रकार

मागील प्रकरणांत वर्णिलेला अन्ननिर्मितीचा प्रकार हा सर्वसाधारण वनस्पतींत, म्हणजे ज्यांमध्ये वनस्पतींचा विशेष जें हरिद्द्रव्य तें असतें, त्यांत आढळतो. पण वनस्पतींच्या अन्नाविषयीं विवेचन करीत असतांना कांही परोपजीवी वनस्पतींचा ओझरता उल्लेख केला होता (पान ५१ पहा). त्या आपलें अन्न स्वतः अन्नघटकांपासून निर्माण न करितां तें आयतेंच तयार अशा स्वरूपांत दुसऱ्या जीवांकडूनच मिळवितात. तसेंच जंतुवर्गांतील (Bacteria) (आ० २६) कांही सूक्ष्म वनस्पतींत हरिद्द्रव्याचा अभाव असूनही त्या आपली अन्ननिर्मिति स्वतंत्रपणें करूं शकतात. तसेंच कांही लहान मोठया वनस्पति, त्यांच्यामध्ये मुळांतील केसांचा म्हणजे अन्नघटकांचें शोषण करणाऱ्या इंद्रियांचा अभाव असूनही, अन्ननिर्मिति करूं शकतात. अशा कांही अपवादात्मक अन्नग्रहणप्रकारांची आता थोडी माहिती दिली पाहिजे.

परोपजीवी वनस्पति

परोपजीवी वनस्पतींचें वैशिष्ट्य म्हटलें म्हणजे त्या आपलें अन्न कमी अधिक प्रमाणांत आयत्या तयार अशा स्वरूपांत (पिष्ट, सत्त्व, शर्करा, मांसस्वरूप पदार्थ वगैरे) दुसऱ्या कोणत्या तरी जीवाकडून मिळवितात. परोपजीवित्वाच्या अनेक पायऱ्या आणि प्रकार आढळतात, हें कांही उदाहरणांवरून स्पष्ट होईल.

निरनिराळ्या जातींच्या वृक्षांवर वाढणारीं बांडगुळें हीं परोपजीवी वनस्पतींचीं परिचित उदाहरणें होत. हीं बांडगुळें आपल्या आश्रयवृक्षांच्या फांद्यांवर वाढतात आणि आपलीं शोषणेंद्रियें आश्रयवृक्षाच्या शरीरांतील अन्नवाहिन्या आणि जलवाहिन्या यांना भिडवितात आणि त्यांच्यापासून अन्न आणि पाणी शोषून

घेतात. त्यांचा जमिनीशीं बिलकूल संबंध असत नाही. पण बांडगुळाचें परोपजीवित्व हें परिपूर्ण नसतें. कारण त्यांचीं पानें हिरवीं असून त्यांतील हरिद्‌द्रव्याच्या योगानें त्यांच्यामध्ये प्रकाशसिद्ध अन्ननिर्मिति थोडीबहुत होत असतेच. सर्वस्वीं परोपजीवी अशी 'अमरवेल' किंवा 'निमोळी' या नांवानें ओळखली जाणारी वेल कुंपणांतील पुष्कळ झाडांवर वाढत असलेली दिसते. तिचीं पानें फारच खुरटलेलीं असून त्यांचा व सर्व वेलीचाही रंग पिवळसर, फिकट असा असून हरिद्‌द्रव्याच्या अभावामुळे या वेलींत प्रकाशसिद्ध अन्ननिर्मिति मुळीच होत नाही. याच तऱ्हेच्या पण आश्रयवृक्षाच्या बुंध्यांवर न वाढतां त्याच्या मुळांत आपलीं शोषणेंद्रियें खुपसणाऱ्या परोपजीवी वनस्पतींचीं उदाहरणें म्हणजे ज्वारी किंवा ऊस यांच्या मुळांवर वाढणारी 'टारफुला' किंवा 'टवली', किंवा तंबाखूच्या झाडांच्या मुळांवर वाढणारी 'वंबाखू' नांवाची वनस्पति, या होत. यांपैकी 'टारफुला' ही वरील बांडगुळाप्रमाणें अर्धपरोपजीवी असते, कारण तिचीं पानें हिरवीं असून त्यांच्याकडून थोडीतरी अन्ननिर्मिति स्वतंत्रपणें होत असते. चन्दनाचें झाड हें असेंच अर्धपरोपजीवी असून त्याचीं मुळें जवळ वाढणाऱ्या गवतांच्या व इतर झाडांच्या मुळांशीं संबद्ध असतात. तंबाखूवरील 'वंबाखू' ही पूर्णपणें परोपजीवी असते. तिच्या बुंधा, पानें वगैरे अवयवांचा बराच संक्षेप झालेला असून फक्त तिचीं फुलेंच काय तीं डोळयांत भरण्यासारख्या आकाराचीं असतात. बुंधा, पानें वगैरे अवयवांचा ऱ्हास होणें आणि केवळ पुनरुत्पत्तीस जरूर तेवढ्याच अवयवांची वाढ होणें हें परोपजीवी वनस्पतींचें लक्षणच झाल्यासारखें आहे. याचें आत्यंतिक उदाहरण सुमात्रा बेटांतील रॅफ्लिसिया आर्नोल्डी (Rafflesia Arnoldi) या वनस्पतींत आढळतें. या वनस्पतीचीं पानें अजीबात नष्ट होऊन बुंधा सुद्धा अळिंबवर्गांतील वनस्पतीप्रमाणें निरवयव आणि तंतुमय

होऊन आश्रयवृक्षाच्या बुंध्यांत सर्वस्वीं लपून गेलेला असतो. फक्त तिचें प्रचंड अडीच फूट व्यासाचें पुष्प बाहेर दिसतें (आ० २५).



(आकृति २५)

रॅफलिसिया आर्नोल्डि. सुमात्रा बेटांतील एक परोपजीवी सपुष्प वनस्पति. हिचें फल फारच मोठें असतें. त्याचा व्यास सुमारें एक फूट असतो.

परोपजीवित्वाची पराकाष्ठा ज्यांमध्ये दिसून येते असा एक मोठाच निरवयव वनस्पतींचा वर्ग आहे. या वर्गाचीं अळिंब, बुरशी, कुतऱ्याची छत्री (भूछत्र), हीं परिचित उदाहरणें होत. प्लेग, महामारी, धनुर्वात इत्यादि रोगांच्या जनकत्वामुळे हल्ली जे सर्वांस माहीत झाले आहेत, ते बॅक्टीरिया (जंतु)ही वस्तुतः वनस्पतिवर्गांतील असून त्यांची गणना या अळिंबवर्गांत केली जाते (आ० २६). अळिंबवर्गाचा विशेष हा की त्यांत येणाऱ्या वनस्पतींत हरिद्द्रव्याचा पूर्ण अभाव असतो. यामुळे या सर्व वनस्पति प्राण्यांप्रमाणेंच अन्नाच्या बाबतींत हिरव्या रंगाच्या



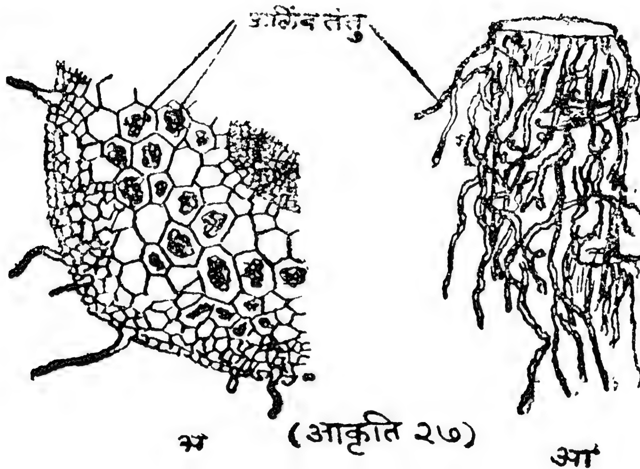
निरनिराळ्या जातीचे बॅक्टीरीया.
(जंतुवर्गातील वनस्पति)

वनस्पतींनी केलेल्या प्रकाशसिद्ध अन्ननिर्मितीवर प्रत्यक्षपणें वा अप्रत्यक्षपणें अवलंबून असतात. त्या दुसऱ्या जीवावर (प्राणी किंवा वनस्पति) किंवा जीवावशेषांवर वाढून आपली उपजीविका करितात. जिवंत जीवांवर त्या वाढत असल्या तर त्यांना 'जीवोपजीवी' आणि मृतजीवांवर अथवा जीवावशेषांवर वाढत असल्या तर 'शवोपजीवी' अशा संज्ञा देणें सोयीचें होईल. मनुष्य प्राण्याला आणि त्याने पाळलेल्या जनावरांना आणि संवर्धित केलेल्या पिकांना होणारे रोग, गव्हावरील तांबेरा, ज्वारीवरील काजळी, द्राक्षावरील भुरी, कपाशीवरील मर यांसारखे अनेक साथीचे रोग या जीवोपजीवी अळिंब वर्गातील वनस्पतींच्या योगेंच होतात हें आता निदर्शनास आलें आहे. Bacteriology म्हणजे जंतुशास्त्र आणि Mycology म्हणजे अळिंबविज्ञान हीं वनस्पतिशास्त्राचीं महत्त्वाचीं उपांगें झालीं असून त्यांचा विषय ज्या बॅक्टीरिया आणि अळिंब-

वर्गांतील वनस्पति, यांच्या अभ्यासाने मनुष्यजातीस उपयोगी अशी पुष्कळ माहिती मिळाली आहे. शवोपजीवी अळिंबवर्गांतील वनस्पतींचा 'कुजणें, नासणें' वगैरे मनुष्याच्या सांसारिक दृष्टीने कांहीसे अनिष्ट अशा प्रकारांशीं कार्यकारण संबंध असला तरी एकंदर सृष्टीच्या दृष्टीनें या शवोपजीवी वनस्पति एक अत्यंत महत्त्वाची कामगिरी अहर्निश करीत असतात. कारण त्यांच्या योगाने दररोज मरणाऱ्या असंख्य प्राण्यांच्या आणि वनस्पतींच्या शवांची विल्हेवाट होऊन त्यांतील मूलद्रव्यें प्रतिक्षणीं उत्पन्न होणाऱ्या असंख्य जीवांच्या पुनः उपयोगीं पडण्यास उपलब्ध होतात. मृतदेह कुजविण्याची ही क्रिया अळिंब वर्गांतील शवोपजीवी वनस्पतींकडून घडत नसती तर मृत देहांचा एक प्रचंड ढीगच पृथ्वीवर फार थोडया वेळांत साठून राहिला असता आणि नवीन जीव जागेच्या आणि अन्नाच्या अभावीं उत्पन्न होण्याचेंच बंद झालें असतें. सृष्टींत अशा रीतीने साफसफाई करणाऱ्या आणि अन्ननिर्मितीचीं साधनें उत्पन्न करणाऱ्या या 'हरिजन'रूपी वनस्पतींचें या दृष्टीने फार महत्त्व आहे.

अळिंबवर्गांतील कांही वनस्पतींचा दुसऱ्या कांही सपुष्प वनस्पतींशीं जो एक संबंध येत असतो त्यांत अळिंब जरी आश्रयवनस्पतीपासून अन्न चोरून घेत असलें तरी त्यांच्यापासून आश्रयवनस्पतीचें 'काजळी', 'तांबेरा' वगैरे रोगजनक अळिंबाकडून जसें नुकसान होतें तसें होत नाही. इतकेंच नव्हे तर त्यांच्यापासून त्याचा प्रत्यक्ष फायदाच होतो. देवदार, बांबू, बीच वगैरे जंगलांतील झाडांच्या आणि ऑर्किडस् नांवाच्या फुलझाडांच्या मुळांत असा हितकारी अळिंबसंबंध आढळतो. या झाडांच्या मुळांवर आरंभीं इतर झाडांप्रमाणें अन्नशोषक केस असतात. त्याच्यांतूनच प्रथमतः अळिंबाचा प्रवेश घडतो. पण पुढे मुळांवरील केस मरून जाऊन नवीन उद्भवत नाहीत आणि आश्रयवृक्षास मिळणारें अन्नघटकयुक्त सर्व

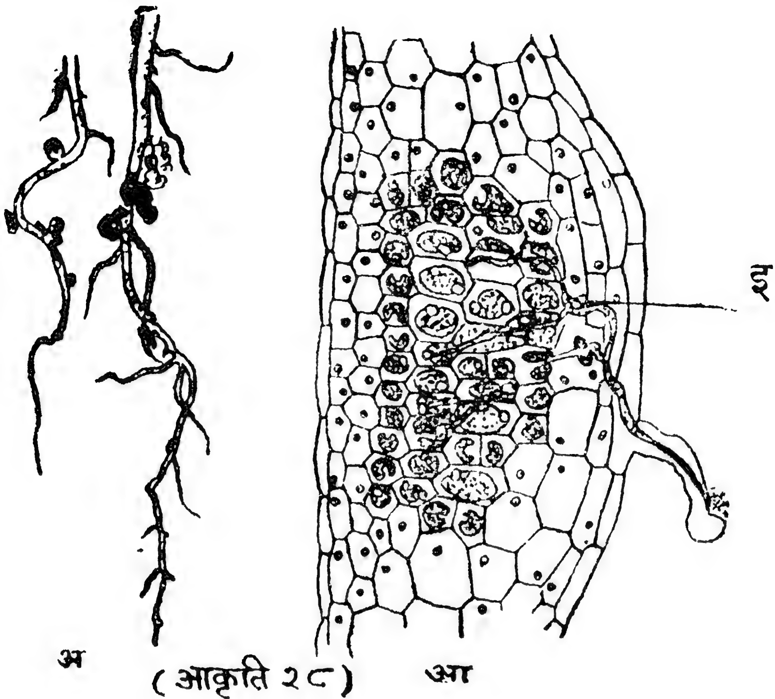
पाणी या आळिंबाच्या तंतुमय शरीराच्या द्वारें आंत जातें. समशीतोष्ण प्रदेशांतील जंगलांतील कांही वृक्ष अशा अळिंबसंबंधावरच सर्वस्वीं अवलंबून असतात असें सिद्ध झालें आहे. आश्रयवनस्पतीच्या मुळांशीं आलेल्या या विशिष्ट स्वरूपाच्या संबंधास 'अळिंबमूलसंबंध' (Mycorhizal association) असें म्हणणें सोयीचें होईल. अशा अळिंबमूलसंबंधांत अळिंबाचें वास्तव्य आश्रयवनस्पतीच्या मुळांच्या आंत किंवा बाहेर असूं शकेल. अशीं दोन्ही तऱ्हेचीं उदाहरणें आढळतात. (आ० २७ अ, आ).



(आकृति २७)

अळिंबमूलसंबंध. (अ) यांत **अळिंब मुळाच्या बाहेरच आहे.** **(आ)** यांत **अळिंब मुळाच्या आंत आहे.**

मुळाच्या आंतील अळिंबाविषयीं बोलत असतांना पावटा, वाटाणा वगैरे कडधान्याच्या वनस्पतींच्या मुळांवर दिसून येणाऱ्या विशिष्ट जातीच्या बॅक्टीरियांच्या अभियोगाने उत्पन्न होणाऱ्या फोडांचा (आ० २८) उल्लेख करणें अवश्य आहे. हे बॅक्टीरिया मुळांत प्रवेश करून त्यांच्या आंतील पेशींत वाढत राहतात. हवेंतील नायट्रोजनपासून



(आकृति २८)

(अ) कडधान्याच्या वनस्पतीच्या मुळावर आढळणारे जन्तु (बॅक्टीरिया)जन्य फोड. (आ) एका फोडाचा छेद करून तो सूक्ष्मदर्शकाखाली ठेविला असतां असा दिसतो. (इ) मुळाच्या पेशींत वास्तव्य करणारे बॅक्टीरिया.

प्रोटीन पदार्थ उत्पन्न करण्याची या बॅक्टीरियांना शक्ति असते. त्यांनी केलेल्या प्रोटीन पदार्थांचा उपयोग ज्यांच्या मुळांत हे बॅक्टीरिया असतात त्यांना आयताच होतो. सामान्य वनस्पतींना हवेंतील नायट्रोजनचा शरीरपोषणाच्या कामीं बिलकूल उपयोग होत नाही. त्यांना नायट्रेट किंवा ॲमोनियाचे क्षार या रूपांतच हा वायु मिळूं शकतो. पण कडधान्याच्या वनस्पतींना मात्र त्यांच्या मूलाश्रित बॅक्टीरियांच्या

द्वारें हवेंतील नायट्रोजन् मिळूं शकतो. ही गोष्ट शेतकऱ्यांना पूर्वापार पासून माहीत असावी. कारण कडधान्याच्या लागवडीने जमीन खतावली जाते ही गोष्ट त्यांना माहीत असून एखाद्या शेतावर काढावयाच्या पिकांची अनुक्रमणिका ठरवितांना ती ध्यानांत ठेविली जात असे.

मांसभक्षक वनस्पति*

वनस्पतींत दिसून येणाऱ्या अपवादात्मक अन्नग्रहणपद्धतींचा विचार करीत असतां कांही वनस्पति आपल्या पानांच्या आणि मुळांच्या द्वारें ग्रहण केलेल्या अन्नघटकांपासून अन्न निर्माण करीत असूनही शिवाय कीटक भक्षण करून प्रोटीन पदार्थांची भर करीत असतात, त्यांचा उल्लेख करणें जरूर आहे. अशा वनस्पति बहुधा दलदलीच्या जागीं आढळतात. तेथे कांही कारणामुळे जमिनींतून नायट्रोजनयुक्त अन्नघटक मिळत नाहीत. यांपैकी कांही वनस्पतींच्या कीटक पकडण्याच्या युक्त्या फार चमत्कृतिजनक आहेत, म्हणून त्यांचें जरा विस्तृत वर्णन देणें जरूर आहे.

मांसभक्षक वनस्पतींचा एक प्रकार रत्नागिरी जिल्ह्यांत, कारवार व दक्षिण कोकण प्रांत यांत आढळतो. 'पर्णपाशी' या नांवाची एक वनस्पति दलदलीच्या जागीं डबक्यांत, पाण्याच्या ओहोळांत वगैरे ठिकाणीं आढळते. ही पर्णपाशी (Sundew) वनस्पति बहुवार्षिक वर्गांपैकी असून आकाराने लहान असते. तिचीं मुळें उथळ व जमिनींत फारशीं न रुतणारीं म्हणजे नांवाचींच असतात. तिचें एकंदर शरीर सुमारें सात आठ पानांचें असून हीं पानें देठांवर एकाच ठिकाणीं जमिनीबरोबर उगवून येतात (आ० २९). पानांचा रंग तांबडा लाल असून त्यांचा आकार चमच्यासारखा किंवा डावलीसारखा

* या प्रकरणांतील बरीचशी माहिती 'सृष्टिज्ञान' वर्ष २ अंक १ यांत प्रसिद्ध झालेल्या रा. वि. ना. गोखले यांच्या लेखावरून घेतली आहे.





ड्रॉसेरा (पर्णपाशी) नांवाची मांसभक्षक वनस्पति.
(अ) पर्णपाशीचें एक पान मोठें करून दाखविलें आहे.
एका भाशीवर ग्रंथियुक्त केस जाऊन चिकटले आहेत.

असतो. उन्हाळ्यांत पानांच्या या झुबक्यामधून एक तुरा बाहेर पडतो व त्यालाच वर फुलें येतात. हीं फुलें साधारणपणें बरींच लहान असून रंगाने पांढरीं किंवा गुलाबी असतात.

या वनस्पतीच्या पानांच्या वरच्या अंगास तांबूस रंगाचे राठ केसासारखे काटे किंवा भुज असून त्यांच्या टोकांस ग्रंथि असते. प्रत्येक काटा साधारणपणें गोगलगाईच्या शिंगाप्रमाणें दिसतो. हे काटे पानावर ताठ उभे असतात. हे सर्व सारखेच लांब असतात असें नाही. कडेकडेचे काटे आखूड असतात. पानाचा पसरट भाग अशा रीतीने एकंदरींत टाचण्यांच्या गादीप्रमाणें (Pin cushion) दिसतो.

पर्णपाशीच्या पानांवरील काटयांचीं टोकें सूर्याच्या किरणांमुळे दहिंवराच्या बारीक बारीक थेंबांप्रमाणें किंवा बुंदक्यांप्रमाणें चकचकीत दिसतात. प्रत्येक काटयाच्या अग्रावर एक प्रकारचा चिकट रस पाझरून येतो व त्यामुळे तीं अग्रें द्रवाच्या थेंबांप्रमाणें चकाकत असतात.

दलदलीच्या जागीं राहणाऱ्या लहान लहान माशा, कीटक वगैरे प्राणी, या चकचकीत दिसणाऱ्या पानांवरील बुंदक्यांमुळे आकर्षिले जातात. हे चकाकणारे बिंदू म्हणजे मधाचे थेंबच असावेत असें या कीटकांना वाटत असावें व मधासाठी म्हणूनच की काय हे त्या बिंदूवर उडी घेतात. माशी किंवा इतर कीटक या काटयांवर येऊन बसण्याचा अवकाश की लगेच त्यांचे पंख, पाय इत्यादि या चिकट रसाने माखले जाऊन त्यांना हालचाल करणें अवघड होतें. अशाने ते कीटक घाबरून जातात व निसटून जाण्यास अधिकच धडपड करूं लागतात. कीटकांची धडपड एकदा सुरूं झाली म्हणजे काटयांतही चेतना उत्पन्न होते व काटयांवरील ग्रंथींतून चिकट रस पाझरूं लागतो; व काटेही हळूहळू त्या कीटकास गुरफटण्यास म्हणून वाकूं लागतात. पानावरील सर्व काटयांत हा प्रकार चालू होऊन कीटकाभोंवती त्यांची मगरमिठीच बसते. हा सर्व प्रकार सावकाश रीतीनेच होत असतो व सर्व पान मिटण्यास कधी कधी तीन तीन तासही लागतात. अंत सापडलेला प्राणी चिकट रसाने गुरफटल्यामुळे गुदमरून जातो. (कीटक आपल्याप्रमाणें नाकांतून श्वासोच्छ्वास करीत नाहीत. त्यांची श्वसनक्रिया त्यांच्या बगलांना असलेल्या छिद्रांतून चालते. हीं छिद्रें चिकट रसाने बंद होतात व साहजिकच प्राणी गुदमरून मरतो.) काटयांतून रस पाझरून ज्याप्रमाणें प्राण्यांना मारून टाकण्याचें कार्य घडवून आणलें जातें त्याचप्रमाणें प्राणी मेल्यावर दुसरी क्रियाही चालू होते. प्राणी मेल्यावर त्याच्या शरीरांतील मऊ मऊ भाग विरघळून त्याचा रस

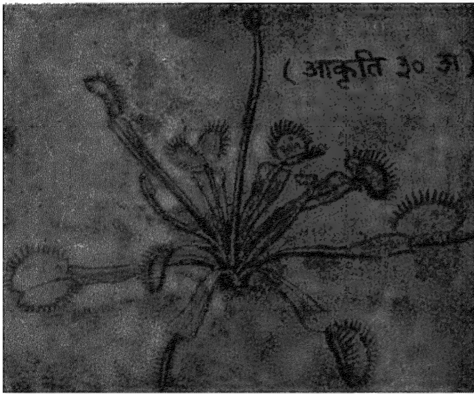
जनतो; व हा अन्नमय रस आंत काटयांमार्फत शोषून घेऊन वनस्पति आपलें पोषण करिते. प्राण्यांच्या शरीरांतील मांसमय भाग शोषून झाला की पान पूर्ववत् उकलतें व पूर्वक्रमास पुन्हा सुरुवात होते. पूर्वी पकडलेल्या कीटकाचा आता नुसता सांगाडा किंवा फोलपट राहिलेलें असतें, तें उन्हाने वाळून हलकें झाल्यावर वाऱ्याने उडून जातें.

पर्णपाशीच्या पानांत नुसत्या चिमुकल्या कीटकांचा संहार होतो असें नसून मोठमोठ्या माशा, चतुर भुंगेरे इत्यादि कीटकही त्यांच्या तडाख्यांत सापडतात. एकाच पानावरील काटे अशा वेळीं या कीटकाभोवती गुंडाळतात असें नाही; तर पर्णपाशीचीं सर्वच पानें या वेळीं एकदम हातभार लावतात; व अशा रीतीने समाइक परिश्रमाने मिळविलेलें अन्न वाटून घेतात. त्याचप्रमाणें कीटक अगदीच बारीक असले तर एका पानावरील सुद्धा सर्व काटे त्यावर धाड घालीत नाहीत, तर जरूर तेवढेच काटे त्यांत भाग घेऊन कार्य उरकून टाकतात. या पानांवर किंवा वरील काटयांवर वाळूचे कण किंवा इतर कांही टणक पदार्थ कीटकांऐवजी येऊन पडले तर पानांत कोणत्याही रीतीने संवेदनद्योतक फरक घडून येत नाही. फार तर कांही काटे अशा कणाभोवतीं रस पाझरून जमूं लागतात, परंतु लवकरच त्यांना आपली चूक लक्षांत गेते व ते पूर्ववत् ताठ होतात.

पर्णपाशी ही वनस्पति एका लहानशा कुंडींत किंवा बशींत थोडें शेवाळ घालून त्यांत लावून बागेंत किंवा घरीं सुद्धा वाढवितां येते. या वनस्पतीला लागणारें मांसमय खाद्य व पाणी पुरविलें म्हणजे झालें. मांसमय खाद्याचे बारीक कण पानांवर टाकिले असतां तीं आपलें कार्य वर सांगितल्याप्रमाणें करतात.

पर्णपाशी वनस्पतीसारखीच एक प्रकारची वनस्पति (Venus's Fly Trap—मक्षिकापंजर) अमेरिकेंत आढळते (आ० ३०). या

वनस्पतीची रचनाही साधारणपणें पर्णपाशी वनस्पतीप्रमाणेंच असते. या वनस्पतीचीं पानें दुपाती असून हीं पातीं पुस्तकाच्या पानाप्रमाणें किंवा बिजागरीप्रमाणें मिटतात. प्रत्येक पात्यावर लांबट केस असतात. यांतील एका केसास माशीचा किंवा दुसऱ्या एखाद्या कीटकाचा जरा धक्का लागण्याचा अवकाश की केसाची संवेदना इतर केसांकडे पोचविली जाते व सर्व पानच एकदम ताबडतोब मिटून आंत माशी किंवा कीटक घट्ट पकडले जातात. पकडलेल्या प्राण्याचें मेल्यावर अर्थात्‌च शोषण होतें. प्राणी आत्मसात् होईपर्यंत पान उघडत नाही.



(अ)–डायोनिया (मक्षिकापंजर) नांवाची मांसभक्षक वनस्पति.



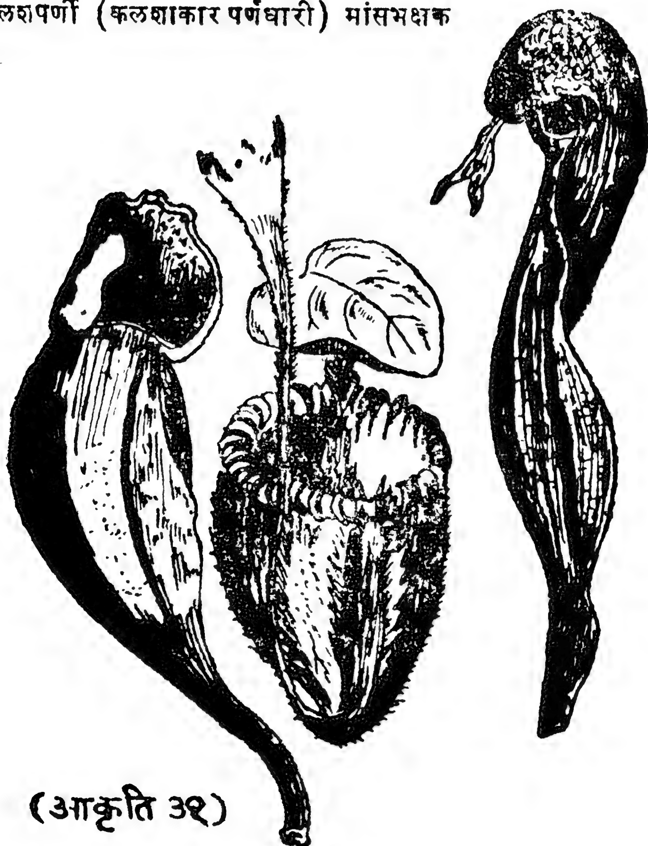
(आ)–मक्षिकापंजराचें एक पान. पानावरील संवेदनशील केसांपैकी पांच स्पष्ट दिसत आहेत.

या पानांवर दुसरा एखादा वाळूच्या कणासारखा टणक पदार्थ पडला तर पान तितकें घट्ट मिटत नाही व मिटल्यास तें लवकर उघडतें.

कलशपर्णी

वर वर्णन केलेल्या मांसाहारी वनस्पतींशिवाय कलशपर्णी (कलशाकार पानें असलेली वनस्पति–Pitcher Plant) नांवाची एक फारच गमतीदार कीटकभक्षक वनस्पति असते (आ० ३१). हिचे कमींत कमी तीस चाळीस प्रकार तरी आढळतात असें म्हणतात. या

कलशपर्णी (कलशाकार पर्णधारी) मांसभक्षक वनस्पति.

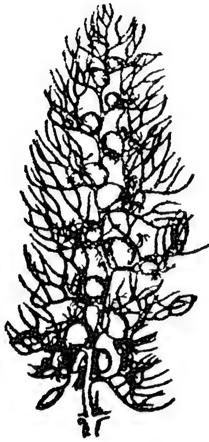


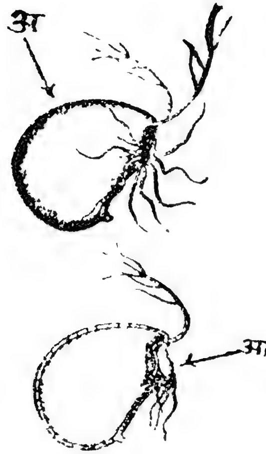
(आकृति ३१)

वनस्पतींत पानांचें, कारणपरत्वें, कलशाकार किंवा फुलदाणीसारखें निरनिराळ्या आकारांत रूपांतर झालेलें आढळतें. या प्रत्येक पानाच्या डेखाकडचा भाग इतर झाडांच्या पानांप्रमाणेंच पसरट हिरवागार असतो. मध्यभाग वेलाच्या तणाव्यासारखा असून तो वेलाप्रमाणेंच दुसऱ्या झाडावर किंवा एखाद्या आधारावर विळखे घेतो; शेंडयाच्या शेवटच्या भागाचें कलशाकारांत किंवा फुलदाणीच्या आकारांत रूपांतर होतें व अगदी शेंडयाच्या टोकाचें या भांडयावर कधी कधी झाकण तयार होतें. कोवळेपणीं या कलशाचीं तोंडें मिटलेलीं असतात. या वेळीं यांचा रंग तांबडा किंवा सोनेरी असतो. कलश उघडले म्हणजे हा रंग बदलून त्याजागीं पोपटी रंग येतो व कलशाच्या काठाला चित्रविचित्र भडक रंग येतात. लांबून हे कलश किंवा फुलदाण्या फारच मोहक दिसतात व म्हणूनच कीटक त्यांकडे सहज आकर्षिले जातात. कलशांच्या किंवा फुलदाण्यांच्या कडांना माधुऱ्या किंवा मधुग्रंथी असून त्यांतून मधही पाझरत असतो. यामुळे तर किडयांना जास्तच आनंद होऊन ते या भांडयांवर उडया घालतात. कीटक झाकणावर असेतोंपर्यंत त्यांना धास्ती नसते, परंतु मधावर ताव मारण्याच्या नादांत ते भांडयाच्या कडांच्या आंतील अंगास जातात व तेथे गेले म्हणजे आपोआप घसरून कलशांत पडतात. कलशाच्या आंतील अंगास एक प्रकारचा स्निग्ध थर असतो व यावरून चढून बाहेर येण्यास कीटक धडपड करूं लागल्यास ते जास्तच आंत घसरून आंतील पाण्यांत पडून बुडतात. कांही कलशांत आंत सापडलेला कीटक बाहेर पडूं नये म्हणून त्यांच्या तोंडांस राठ काटेही असलेले आढळतात.

कलशांत असलेलें पाणी हें निवळ पावसाचें जमलेलें किंवा साचलेलें पाणी नसून कलशपत्रांतील ग्रंथींतून झिरपणारें एक प्रकारचें आम्ल द्रव्य असतें. या द्रव्यामुळेच कीटकाच्या मृदु भागांचें विद्रवण होऊन तें पानांमार्फत वनस्पतीच्या पोषणार्थ शोषून घेतलें जातें.

मांसभक्षक वनस्पतींचें उदाहरण म्हणून आणखी एकाच वनस्पतीचा उल्लेख करून हें प्रकरण पुरें करूं. डोंगरांतील ओहोळांत किंवा पाण्याच्या डबक्यांत नीलिकावर्गांतील शेवाळासारखी दिसणारी एक सपुष्प वनस्पति आढळते. तिचें शास्त्रीय नांव युट्रिक्युलेरिया (Utricularia) हें असून तिला 'गेळ्याची वनस्पति' असें वर्णनात्मक नांव दिलें गेलें आहे (आ० ३२). कारण तिच्या





(आकृति ३२)

युट्रिक्युलेरिया (गेळ्याची वनस्पति) नांवाची मांसभक्षक वनस्पति.

(अ) एक गेळा किंवा फुगा. (आ) फुग्याची अंतर्रचना दाखविण्याकरितां त्याचा छेद करून दाखविला आहे.

तंतुमय शरीरावर लहान लहान फुग्यासारखे किंवा गोळ्यासारखे अवयव असतात. हेच अवयव पाण्यांतील लहान लहान प्राणी पकडून ते पचविण्याच्या कामीं या वनस्पतीला उपयोगी पडतात. या वनस्पतींत सामान्य सपुष्प वनस्पतींत दिसून येणारे मूळ, खोड, पानें इत्यादि अवयव नसतात. तिच्या शरीरावर आढळणाऱ्या फुग्यांत किंवा गेळ्यांत पिंजऱ्याच्या आंतील बाजूस उघडणाऱ्या दरवाज्याप्रमाणें एक दरवाजा असतो. हा दरवाजा ढकलून प्राणी आंत जातो

पण त्याला पुन्हा बाहेर मात्र येतां येत नाही. असे आंत अडकलेले प्राणी पुढे मरून कुजतात आणि त्यांच्या शरीरांतील रसाचा गेळयाच्या वनस्पतीच्या पोषणाचे कामीं उपयोग होतो.

वरील सर्व प्रकारच्या मांसाहारी वनस्पतींत एक गोष्ट प्रामुख्याने नजरेस येते ती ही की वनस्पति आपल्या पोषणार्थ प्राण्यांप्रमाणें निरनिराळ्या क्लृप्त्या लढवितात. वरील मांसाहारी वनस्पतींना परिस्थितीच्या योगाने मुळयांमार्फत नायट्रोजनयुक्त खाद्य मिळत नाही व वनस्पतीच्या पोषणास नायट्रोजनयुक्त अन्न तर अतिशय अवश्य असतें. तेव्हा ही उणीव वरील प्रकारच्या वनस्पति कीटकांच्या शरीरांतील नायट्रोजनयुक्त भाग आत्मसात् करून भरून काढतात.

(ई) पोषक पदार्थांची शरीराच्या निरनिराळ्या भागांकडे वाहतूक.

सावयव वनस्पतींत अन्नघटकांचें ग्रहण करणारे अवयव (मुळें व पानें) एकमेकांपासून बऱ्याच दूर अंतरावर असतात. अन्ननिर्मितीचें मुख्य स्थल पानांत असतें आणि विनियोगाचीं स्थलें (झाडाचे वाढणारे भाग, नवीन फुटणारे अवयव आणि शरीराच्या निरनिराळ्या भागांतील जिवंत पेशी) हीं साहजिकपणें अन्ननिर्मितीच्या स्थलांपासून कमी अधिक अंतरावर असतात. म्हणून अन्नघटकांची आणि त्यांपासून तयार झालेल्या अन्नाची शरीराच्या निरनिराळ्या भागांकडे वाहतूक होणें प्राप्त आहे. प्राण्यांमध्ये पोषक पदार्थांची वाहतूक मुख्यतः रक्ताच्या रूपाने रुधिराभिसरणाने होते, पण वनस्पतींत अशी अभिसरण-योजना नसते. तथापि एखाद्या सावयव वनस्पतीच्या शरीराच्या अंतर्रचनेकडे पाहिलें असतां निरनिराळे पेशीसंघ दिसून येतात. त्यांतील काष्ठ आणि अंतर्साल या नांवाचे व्यवहारांत ओळखले जाणारे पेशीसंघ हे या वाहतुकीच्या कामा-

करितां विशिष्ट झाले आहेत. यांतील काष्ठ हा भाग मुख्यतः जलवाहक (अन्नघटकयुक्त जलवाहक) असून अंतर्साल हा भाग मुख्यत्वेंकरून अन्नवाहक असतो.

पानांमध्ये सूर्यप्रकाशाच्या शक्तीचा उपयोग करून जें अन्न निर्माण केलें जातें तें वनस्पतीच्या शरीरांतील निरनिराळ्या भागांत जेथे त्याचा विनियोग व्हावयाचा असतो तेथे अंतर्सालांतील अन्न-वाहिन्यांतून नेलें जातें. जलवाहिन्यांत आणि अन्नवाहिन्यांत एक मुख्य फरक हा आहे की जलवाहिन्यांत जिवंत जीवनद्रव नसतो तो अन्नवाहिन्यांत असतो. या जीवनद्रवाच्या तंत्रानेच अन्न जिकडे तिकडे वाहिलें जातें.

(उ) अन्नपचन

अन्नाचा मुख्य उपयोग जीवनव्यापारांस जरूर असलेली शक्ति पुरविणें हा आहे. अन्न म्हणजे सत्त्व, शर्करा, तैल आणि मांसधर्मीय पदार्थ. रासायनिक दृष्ट्या हे पदार्थ बहुसंख्य परमाणूंचे बनलेले असतात व त्यांत पुष्कळशी शक्ति (ओज) साठवून ठेव-लेली असते. अन्नाचा उपयोग व्हावयाचा म्हणजे अन्नांतील संयुक्तांचें पृथक्करण होऊन त्यांत साठविलेली शक्ति मोकळी झाली पाहिजे तसेंच त्या संयुक्तांतील निरनिराळीं मूलद्रव्यें त्यांच्या जरूरीप्रमाणें नवीं संयुक्तें बनण्यास एकमेकांपासून सुटीं झालीं पाहिजेत. अन्नांतील संयुक्तांच्या या पृथक्करणास (किंवा विश्लेषणास) अन्नपचन हें नांव आहे. रासायनिक प्रयोगशाळेंत असलीं पृथक्करणें करावयास बरींच अवघड असतात आणि त्यांस फार मोठी उष्णता किंवा विद्युत्शक्ति लागते. पण वनस्पतींच्या शरीरांत एन्झाइम् या नांवाने ओळखलीं जाणारीं अनेक द्रव्यें असतात. त्यांच्या योगाने ही पचनक्रिया फार सुलभ रीतीने आणि वनस्पतींच्या शरीरास कोणत्याही प्रकारें इजा

न होईल इतक्या बेताच्या उष्णतेच्या परिस्थितींतही होते. एन्झाइम्‌चा एक विशेष धर्म असा आहे की अवघड रासायनिक क्रिया त्यांच्या योगाने सुलभ होतात, पण त्या क्रियेमध्ये एन्झाइम्‌ मात्र (भारतीय युद्धांतील भगवान्‌ श्रीकृष्णाप्रमाणें) जशाचा तसा नामानिराळा राहतो. त्याचा बिलकूल व्यय होत नाही. निरनिराळया जातींच्या अन्नाच्या पचनाच्या कामीं निरनिराळे एन्झाइम्‌ उपयोगांत येतात. उदाहरणार्थ, द्विदल धान्यांतील पिष्ट पदार्थांचा, बी रुजल्यावर जेव्हा अंकुरास उपयोग करून घ्यावयाचा असतो तेव्हा प्रथम त्या अद्राव्य पिष्टाचें द्राव्य शर्करेंत रूपांतर होणें जरूर असतें. हें रूपांतर डायास्टेज या नांवाच्या एन्झाइमच्या साहाय्याने होतें. याप्रमाणें तैल व मांसधर्मीय पदार्थांचें पचन सुलभ होण्यास निरनिराळे एन्झाइम्‌ कारणीभूत असतात असें जीवनरसायनशास्त्रज्ञांनी शोधून काढलें आहे. पोपयींत आणि काकडींत मांसधर्मीय द्रव्यांच्या पचनास उपयोगी असे एन्झाइम विशेषेंकरून आढळतात. शाकभाज्या आणि फळफळावळ यांचा मनुष्याच्या आहाराशीं पाचकपणाचा संबंध अनुभवाने जोडला जातो त्याचें रहस्य बऱ्याच अंशीं त्यांच्यांत असलेल्या एन्झाइममध्ये असतें. प्राण्यांमध्ये अन्नग्रहणासाठी तोंड आणि अन्नपचनाच्या क्रियेकरितां ‘जठर’ असे अवयव विशिष्ट झालेले असतात. असे अवयव अर्थात वनस्पतिशरीरांत विशिष्ट झालेले दिसत नाहीत, तथापि अन्न तयार करणारे, अन्नवाहक असे विशिष्ट पेशीसंघ वनस्पतिशरीरांत ओळखतां येतात. आणि अन्नपचनाचें कार्य एन्झाइम्‌युक्त पेशींत घडतें, असें स्थूल मानाने म्हणतां येईल.

(ऊ) अन्नाची साठवणूक

बहुतेक वनस्पति आपल्या स्वतःच्या तात्पुरत्या जरूरीपेक्षा बरेंच अधिक अन्न निर्माण करीत असतात असें आढळून येतें. या अधिक अन्नाचा उपयोग परिस्थितीच्या प्रतिकूलत्वामुळे जेव्हा अन्ननिर्मिति

शक्य नसते तेव्हा किंवा संततीच्या तरतुदीकडे व्हावयाचा असतो. थंड प्रदेशांत हिवाळ्यांत आणि उष्ण प्रदेशांत उन्हाळ्यांत अशी प्रतिकूल परिस्थिति प्राप्त होते. अशा वेळीं बहुतेक वनस्पति एका तऱ्हेच्या निष्क्रिय अवस्थेंत जातात. अशा वेळीं अनुकूल कालीं निर्माण केलेल्या अन्नाचा उपयोग होतो. तसेंच वनस्पति बीजरूपाने अस्तित्वांत येणाऱ्या आपल्या संततीच्या जीवनाच्या आरंभीं उपयोगी पडेल अशा रीतीने अन्नसंचय करून ठेवितात. हा अन्नसंचय निरनिराळ्या वनस्पतींत निरनिराळ्या शरीराच्या भागांत केला जातो. बियांतील अंकुराच्या उपयोगाकरितां असलेला अन्नसंचय सर्वांच्या माहितीचा आहे. त्याचप्रमाणें बुंधा, मूळ, पान वगैरे अवयवांमधूनही अन्नसंचय होत असतो. बटाटा, सुरण, ऊस हीं बुंध्यांत झालेल्या अन्नसंचयाचीं उदाहरणें होत. रताळें, गाजर, मुळा हीं अन्नसंचयाकरितां विशिष्ट झालेलीं मुळें होत आणि कांदा, लसूण, हीं पानांत होणाऱ्या अन्नसंचयाचीं उदाहरणें होत. म्हणूनच आयतोब्याप्रमाणें अन्न मिळविणाऱ्या प्राणिवर्गाचा डोळा वनस्पतींच्या बीजांकडे आणि कंदमुळांकडे विशेष जातो. कंदमुळांत सापडणारा अन्नसंचय मुळांत त्या वनस्पतीच्या उपयोगासाठीच असतो हें विसरतां कामा नये.

वनस्पतींनी तयार केलेलें अन्न मूळचें अद्राव्य स्वरूपाचें कदाचित् असलें तरी शरीराच्या एका भागांतून दुसरीकडे जातांना तें द्राव्य स्वरूपांतच अवश्य असलें पाहिजे. नाही तर त्याचा एका पेशींतून दुसऱ्या पेशींत प्रवेश होणें शक्य नाही. पण साठवणुकीच्या वेळीं पुन्हा तें अद्राव्य स्वरूपांत बहुतकरून जातें. बटाट्यांतील पिष्ट आणि भुइमुगांतील तेल हीं अद्राव्य स्वरूपाच्या साठविलेल्या अन्नाचीं उदाहरणें होत. पण द्राव्य स्वरूपांतही अन्नाची साठवणूक संभवते हें ऊस, रताळीं वगैरेंत साठविलेल्या साखरेवरून लक्षांत येईल. याशिवाय मांसधर्मीय

द्रव्यें, निरनिराळीं तैलें (उदाहरणार्थ, बदामांत) वगैरे अनेक रूपांत वनस्पतीच्या कडून अन्न साठविलें जातें. त्याचा उपयोग प्राणिवर्ग, विशेषत: मनुष्य प्राणी, सढळ हाताने करून घेतो.

(प) निःसार पदार्थांचें विसर्जन

प्राण्यांमध्ये अन्नपचनानंतर मलविसर्जनाची व्यवस्था असते. पण वनस्पतींत अन्नांतील पचण्यास अयोग्य किंवा पोषणास निरुपयोगी भाग अंगाबाहेर टाकून देणें या अर्थाचें 'मलविसर्जन' आढळत नाही. पण अन्नघटकांबरोबर वनस्पतिजीवनास निरुपयोगी किंवा हानिकारक अशीं कांही द्रव्यें कमीअधिक प्रमाणांत शोषलीं जातात. तसेंच अन्ननिर्मिति आणि अन्नपचन या रासायनिक घडामोडींमध्ये वनस्पतिपोषणास निरुपयोगी असे कांही पदार्थ उत्पन्न होणें संभवतें. शरीरांतर्गत रासायनिक घडामोडींत असल्या हानिकारक द्रव्यांची वनस्पतिजीवनास निरुपद्रवी अशीं संयुक्तें किंवा रूपांतरें होऊन तीं बाजूला काढलीं जातात. या सर्व प्रकारांस 'मलविसर्जन' न म्हणतां 'निःसार पदार्थांचें विसर्जन' असें म्हणणें जास्त योग्य होईल. असे निःसार, निरुपयोगी किंवा हानिकारक पदार्थ बहुधा अद्राव्य स्वरूपांत असून ते जिवंत पेशींत केव्हा केव्हा आढळत असले तरी मुख्यत: वनस्पतिशरीरांत नेहमी आढळणाऱ्या मृत पेशींत विशेषेंकरून आढळतात. पिकलेलीं पानें,* झाडाची साल, काष्ठाचा

---

* झाडांचीं पानें समशीतोष्ण प्रदेशांत हिवाळ्यांत गळून पडतात आणि उष्ण कटिबंधांत तीं उन्हाळ्यांत गळून पडतात. या पानें गळण्यापासून नुसतें निःसार पदार्थांचें विसर्जनच साधतें असें नसून त्यापासून वनस्पतिजीवनास अत्यंत आवश्यक अशा पाण्याचीही बरीच बचत होते. ज्या प्रदेशांत कडक हिवाळा असतो तेथे त्या ऋतूंत जमिनींतील पाणी थिजून

(पुढे चालू)

मृत भाग वगैरेंमध्ये असे निःसार पदार्थ बाहुल्याने आढळतात. सालींचा आणि काष्ठांचा औषधी उपयोग त्यांच्यामध्ये असलेल्या वनस्पतिजीवनाच्या दृष्टीने निरुपयोगी संयुक्तांवर अवलंबून असतो.

वनस्पतींच्या अंगाबाहेर बाष्परूपाने टाकिलेल्या पाण्याचा, तें पाणी वनस्पतिजीवनास निरुपयोगी किंवा हानिकारक नसूनही, येथे उल्लेख करणें भाग आहे. मुळांवाटे शोषिलेलें पाणी वनस्पतीच्या सर्वांगांत खेळून पर्णरंध्रांच्या द्वारें वाफेच्या रूपाने बाहेर पडतें. हा वस्तुतः बाष्पीभवनाचा प्रकार असतो, तरी तो कांही अंशीं पर्णरंध्ररक्षक पेशींतील जीवनद्रवाच्या नियंत्रणाखाली घडतो, म्हणून त्याला केवळ बाष्पीभवन असें न म्हणतां 'बाष्पोच्छ्वास' असें नांव देणें योग्य होईल. वनस्पतीच्या अंतःस्थितींतील आणि बाह्य परिस्थितींतील (प्रकाश, उष्णता वगैरेमधील) फरकांस अनुसरून पर्णरंध्ररक्षक पेशींतील जीवनद्रवाकडून त्या रंध्राचा आकार लहान मोठा करविला जातो, यामुळे बाष्पीभवन कमी अधिक होतें. शिवाय पर्णरंध्रांची उघडझाप पर्णरंध्ररक्षक पेशींतील पाण्याच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. या पेशी पाण्याने तट्ट फुगल्या की रंध्र उघडें होतें आणि त्यांतील पाणी कमी झालें की रंध्र मिटतें. यामुळे हें बाष्पीभवन कांही अंशीं नियंत्रित होत असतें. वनस्पतिजीवनास पाणी हें अत्यंत जरूरीचें आहे आणि शरीरांतून पाणी बाहेर जाण्यास प्रतिबंधकारक अशा अनेक योजना जमिनीवर वाढणाऱ्या, विशेषतः रुक्ष प्रदेशांत वाढणाऱ्या, वनस्पतींत

(मागील पानावरून)

जातें आणि त्यामुळे तें झाडांना शोषून घेतां येत नाही. तसेंच उष्ण प्रदेशांत उन्हाच्या कडकपणामुळे पानांतून होणाऱ्या बाष्पोच्छ्वासाचा वेग फारच वाढतो. याकरितां त्या त्या प्रदेशांत योग्य काळीं पानें गळून पडण्याची योजना आहे. यामुळे पानाचा पसारा कमी होऊन त्यांतून होणारा बाष्पोच्छ्वास बंद होऊन पाण्याची बचत होते.

दिसून येतात. तेव्हा या बाष्पोच्छ्वासाचा वनस्पतिजीवनास खरोखर कांही उपयोग आहे काय हा प्रश्न उद्भवतो. याचें उत्तर सध्या एवढेंच देतां येतें की बाष्पोच्छ्वासाचा एकच फायदा स्पष्ट दिसतो, तो हा की त्याच्या योगाने सूर्याच्या तापाने होणारें वनस्पतिशरीराचें तपन, त्या तापाचा बराचसा भाग शरीरांतील पाण्याची वाफ करण्याकडे गेल्याने, कमी होऊन अति तापाने होणारी जीवनद्रवाची हानि टळते.

(पे) जिवंतपणाचे निदर्शक इतर जीवनव्यापार

वनस्पतींच्या सजीवतेच्या लक्षणांपैकी अन्नग्रहण व तदनुषंगिक इतर जीवनव्यापार यांचें त्या विषयाच्या अपरिचितत्वामुळे किंचित विस्ताराने वर्णन करणें भाग पडलें. सजीवतेच्या दुसऱ्या लक्षणांपैकी श्वासोच्छ्वास, संवेदना आणि हालचाल यांविषयीं थोडा उल्लेख या प्रकरणाच्या प्रारंभीं आला आहे (पृ. ४४-४८). त्यापेक्षा अधिक विस्ताराने या विषयाचें विवेचन करण्यास सवड नाही, आणि वनस्पतिजीवनाचें सर्वसाधारण ज्ञान करून देण्यास त्याची जरूरीही नाही. वनस्पतींच्या संवेदनाविषयीं मात्र एवढें सांगणें जरूर आहे की नुकतेच दिवंगत झालेले नामांकित हिंदी शास्त्रज्ञ सर जगदीशचंद्र बोस यांनी शोधून काढिलेल्या कुशल यंत्रयोजनेने वनस्पतींच्या संवेदनांविषयीं माहिती मिळविणें सोपें झालें असून त्या योगाने प्राण्यांत स्पष्ट रीतीने दिसून येणारे विषप्रयोगाचे, बेशुद्धि आणणाऱ्या औषधांचे, मद्यपानाचे सर्व परिणाम, अतिश्रमामुळे उत्पन्न होणारा थकवा वगैरे प्रकार वनस्पतींतही घडून येतात हें सिद्ध झालें आहे. बोस यांची अशी उमेद होती की आपल्या यंत्राच्या साहाय्याने वैद्यकशास्त्रास उपयोगी अशी निरनिराळ्या औषधांच्या परिणामाविषयीं माहिती तीव्र संवेदना असलेल्या प्राण्यांवर निर्दयपणें प्रयोग करून मिळविण्यापेक्षा वनस्पतींच्यावर करून मिळविणें यापुढे सोपें होईल.

प्रकरण चवथें

वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति

आता राहिलेल्या वनस्पतींच्या जीवनव्यापारांपैकी, शरीराची वाढ हा व्यापार परिचयाचा असल्याकारणाने त्याचें जास्त विवेचन येथे करण्याची जरूरी नाही. तथापि येथे इतकेंच सांगितलें पाहिजे की वनस्पतींच्या वाढीवर अनेक प्रयोग आणि तिचें बारकाईने निरीक्षण करून वनस्पतिसंवर्धन हा ज्यांचा धंदा आहे अशा शेतकरी वगैरे लोकांस उपयोगी पडणारें बरेंच ज्ञान वनस्पतिशास्त्रज्ञांनी मिळविलें आहे व अजूनही ते मिळवीत आहेत. ही वाढ नुसत्या अन्नाच्या पुरवठयावर अवलंबून नसून वनस्पतिशरीरांतील रासायनिक घडामोडींत उत्पन्न होणारे Hormones या नांवाने ओळखले जाणारे द्रव असतात त्यांच्या अस्तित्वावरही ती अवलंबून असते हें आता सिद्ध होऊं लागलें आहे. असेच हॉर्मोन प्राणिशरीरांतही आढळले असून त्यामुळे प्राण्यांचें वनस्पतींशीं साधर्म्य अधिकच पटूं लागलें आहे.

वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति हा त्यांच्या शरीराच्या वाढीचाच एक प्रकार असला तरी त्याविषयीं अधिक माहिती देणें वनस्पतिजीवनाचें यथातथ्य ज्ञान होण्यास जरूर आहे. ही माहिती आता थोडक्यांत देऊं.

कोणत्याही व्यक्तीला, मग ती कितीही दीर्घायुषी असो, केव्हा ना केव्हा तरी मरण प्राप्त होतें. पण व्यक्तींचा नाश झाला तरी जातीचा नाश होऊं नये, यासाठी व्यक्तींनी संततिद्वारें पुनः उत्पन्न व्हावें अशी सृष्टींत योजना झाली आहे. पुनरुत्पत्ति या जीवनव्यापारांतील मुख्य गोष्ट म्हणजे जीर्ण होत चाललेल्या शरीरांपासून जीवनरसाचा कांही भाग वेगळा होऊन त्यापासून मूळ व्यक्तीसारखी

व्यक्ति प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने उत्पन्न होणें ही होय. वनस्पतींत ही गोष्ट दोन पद्धतींनी साधते. एकींत लिंगभेदांचा संबंध येत असल्यामुळे तिला 'सलिंग' पद्धति व दुसरींत लिंगभेदांचा अभाव असल्यामुळे तिला 'अलिंग' पद्धति अशा संज्ञा दिल्या तर विवेचनास सोयीचें होईल. यांपकी उत्क्रांतिदृष्टया सामान्यपणें अलिंग पद्धति ही आधीची व सर्व जीवांच्या पूर्वेतिहासांत केव्हाना केव्हा तरी प्रचारांत असलेली अशी आहे. दुसरी म्हणजे सलिंग पद्धति ही नंतर आलेली व अद्यापही सार्वत्रिक न झालेली अशी आहे. तेव्हा प्रथम अलिंग पद्धतीने वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति कशी होते तें पाहूं.

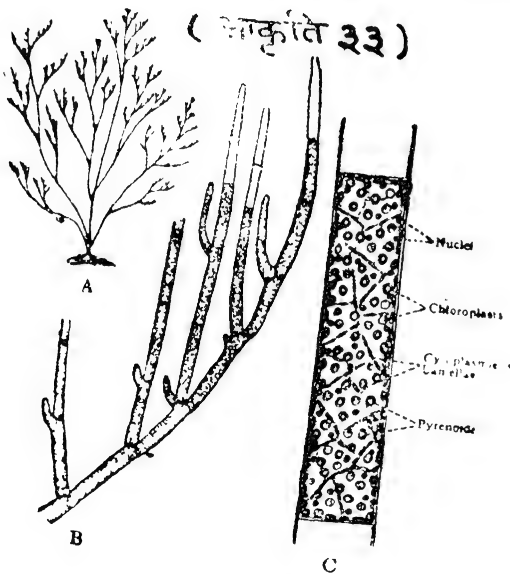
(अ) अलिंग पुनरुत्पत्ति

अलिंग पुनरुत्पत्तीचा अगदी साधा प्रकार जंतुवर्गांत (बॅक्टीरियांत) आढळतो. जंतुवर्गांतील बहुतेक वनस्पतींचें शरीर एकपेशीमय (आ० २६) असतें. व्यक्तिसंरक्षणार्थ जरूर असलेले सर्व व्यापार एकच पेशी करूं शकते. वरिष्ठ कोटींतील वनस्पतींच्या घटकपेशीमध्ये जो थोडा फार श्रमविभाग दिसून येतो, तसा होण्यास जंतुवर्गांतील एकपेशीमय शरीरांत अवसरच नाही. जंतूच्या शरीराची वाढ पूर्ण झाल्यावर त्याचे दोन भाग होऊन ते एकमेकांपासून सुटे होतात व प्रत्येक भागापासून मूळ आकाराचा एक स्वतंत्र जंतु तयार होतो. या पुनरुत्पत्तीचे पद्धतींत मूळ शरीराचे भाग किंवा तुकडे पडून त्या तुकडयांची वाढ होऊन मूळ व्यक्तीसारख्या व्यक्ति उत्पन्न होतात. हीच पुनरुत्पत्तीची पद्धत कमी अधिक प्रमाणांत वरिष्ठ कोटींतील वनस्पतींतही आढळते. माळी गुलाब वगैरे झाडांचीं फाटेकलमें करतात तेव्हा मूळ झाडाची एक फांदी कापून तिच्यापासून त्याची पुनरुत्पत्ति करतात. वडासारख्या मोठ्या झाडांचीही पुनरुत्पत्ति त्यांचे खुंट लाविले असतां होते. कांदे व बटाट अशा कंदोत्पादक वनस्पतींची
त्पत्तीही त्यांच्या कंदांपासून, म्हणजे शरीराच्या कांही भागांपासून

होते. या सर्व उदाहरणांमध्ये एक लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हणजे ही आहे की शरीराच्या ज्या भागांपासून पुनरुत्पत्ति होते त्या भागांतील पेशी इतर भागांतील पेशीहून गुणधर्मांचे बाबतींत फारशा निराळ्या नसतात. म्हणजे या पुनरुत्पत्तीच्या पद्धतींत केवळ पुनरुत्पत्तीच्या कार्याकरितांच म्हणून विशिष्ट पेशींची योजना झालेली नसते.

अलिंग पद्धतीचा दुसरा प्रकार म्हणजे त्यांत पुनरुत्पत्तीकरितांच म्हणून विशिष्ट गुणधर्मांनी युक्त असा जीवनरस ज्यांमध्ये आहे अशा पेशींची योजना असते. उदाहरणार्थ, क्लॅडोफोरा (Cladophora) नांवाचें वाहत्या किंवा स्थिर पाण्यांत वाढणारें एक शैवाल घेऊं (आ० ३३). या शैवालाचें तंतुमय शरीर एकमेकांस जोडलेल्या अनेक

(आकृति ३३)



क्लॅडोफोरा (नीलिकावर्गांतील एक वनस्पति).

पेशींचें बनलेलें असतें. आरंभीं सर्व पेशी सारख्या दिसतात व असतातही; पण कांही काळानें त्यांतील कांही पेशींतील (विशेषतः तंतूच्या टोकास असलेल्यांतील) जीवद्रवाचे अनेक लहान भाग (किंवा गोळ्या)

होऊन या गोळया त्या पेशीच्या कवचांतून एकामागून एक बाहेर पडतात. या प्रत्येक गोळीपासून थोडया फार कालावधीने नवीन क्लॅडो-फोराचे तंतु उत्पन्न होतात. पुनरुत्पत्तीकरितां विशिष्ट झालेल्या अशा जीवनरसाच्या गोळयांना किंवा पेशींना 'रेणु' (Spore) ही संज्ञा दिली असतां सोईचें होईल. ज्या अलिंग पुनरुत्पत्तिपद्धतींत अशा रेणूंची योजना असते तिचा उल्लेख यापुढे 'सरेणुक अलिंग पद्धति' (Asexual reproduction by spores) या संज्ञेने करण्यांत येईल. उलटपक्षीं ज्या पुनरुत्पत्तिपद्धतींत रेणूंची म्हणजे पुनरुत्पत्तिकार्या-करितां विशिष्ट झालेल्या पेशींची योजना नसते, तिला 'अरेणुक अलिंग पद्धति' ही संज्ञा देण्यांत येईल. जंतुवर्गांत दिसून येणारी व कलमें, खुंट किंवा कंद यांनी होणारी पुनरुत्पत्ति ही अर्थात अरेणुक अलिंग होय.

रेणूंचा एक विशेष धर्म सांगण्यासारखा आहे. तो हा की, ते आपणांपासून स्वतंत्रपणें म्हणजे दुसऱ्या कोणत्याही प्रकारच्या पेशीशीं संबंध न येतां, नवीन व्यक्ति उत्पन्न करण्यास समर्थ असतात. ही नवीन व्यक्ति रेणु उत्पन्न करणाऱ्या मूळ व्यक्तीसारखी असेल, किंवा तिच्यापासून बरीच निराळी असून पुढे केव्हा तरी तिच्यापासून मूळ व्यक्तीसारखी व्यक्ति उत्पन्न होईल. उदाहरणार्थ, क्लॅडोफोरा शैवालांत पहिला प्रकार आणि फर्न या वनस्पतींत दुसरा प्रकार आढळतो. क्लॅडोफोराचे रेणूंस एका टोकास दोन केशाकृति गतिकारक अवयव असतात. त्यांच्या योगाने रेणूंस पाण्यांत इकडेतिकडे हालचाल करतां येते. अशा सकेश (ciliated) रेणूंस 'चर रेणु' (Zoo spores, Swarm spores) असें म्हणावें.

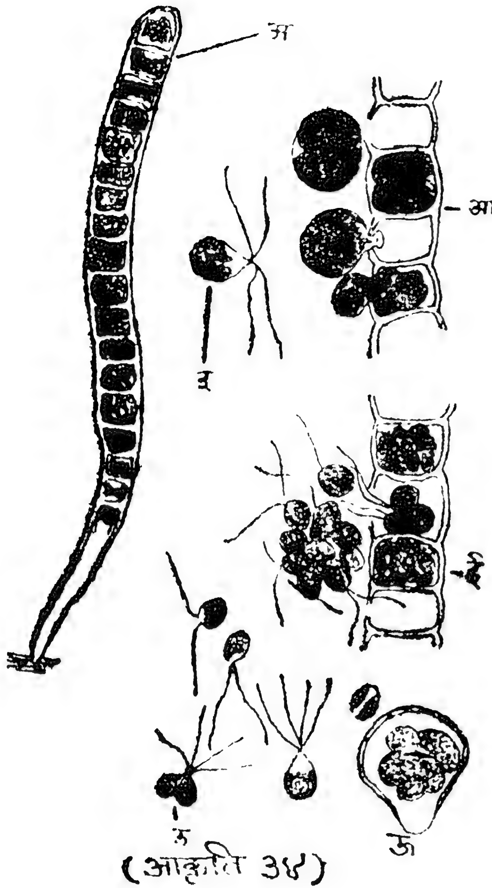
सर्वच रेणु चररेणु नसतात. उदाहरणार्थ, पावसाळ्यांत अनेक प्रकारच्या खाद्य पदार्थांवर, किंवा ओल्या चामडयाच्या वस्तूंवर बुरशी (आ० ७) उत्पन्न करणाऱ्या अलिंब वर्गांतील वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति ज्या रेणूंनी होते त्या रेणूंना वर सांगितलेले गतिकारक अवयव नस-

तात. आणि त्यामुळे त्यांना स्वतः होऊन इकडेतिकडे जातां येत नाही. अशा रेणूंना 'अचर रेणु' (Non-motile spores) असें म्हणावें.

अचर रेणूंचें साधारणपणें परिचित असें आणखी एक उदाहरण म्हणजे फर्न झाडांच्या कांही पानांच्या मागें तपकिरी किंवा काळसर रंगाचे ठिपके असतात, त्यांतून निघणारी पूड, हे होय. ही त्या झाडाच्या रेणूंचीच बनलेली असते. याहीपेक्षा अधिक ओळखीचें उदाहरण म्हणजे सपुष्पवनस्पतींच्या फुलांतून तीं हलविलीं असतां जे परागकण पडतात तेही अचर रेणूच होत. पण फर्नच्या रेणूपासून किंवा सपुष्पवनस्पतीच्या परागकणापासून त्या त्या झाडांची पुनरुत्पत्ति प्रत्यक्ष रीतीने होत नसून अप्रत्यक्ष रीतीने होते, हें पुढे येणाऱ्या पुनरुत्पत्तीच्या सलिंग प्रकाराच्या विवेचनावरून अधिक स्पष्ट होईल.

(आ) सलिंग पुनरुत्पत्ति

पुनरुत्पत्तीच्या सलिंग प्रकाराचा मुख्य विशेष म्हणजे तींत पुनरुत्पत्तीकरितां वेगळा केलेला जीवनरसाचा तुकडा किंवा कण हा रेणूप्रमाणें स्वतंत्रपणें नवीन व्यक्ति उत्पन्न करण्यास समर्थ नसतो; पण त्याच किंवा त्या जातीच्या दुसऱ्या व्यक्तीपासून निघालेल्या दुसऱ्या, भिन्नलिंगी जीवनद्रवाच्या कणाशीं त्याचा संयोग होतांच त्या संयुक्त जीवनद्रवांत पुनरुत्पत्तीचें सामर्थ्य उत्पन्न होतें. उदाहरणार्थ, युलोथ्रिक्स नांवाचें एक शैवाल (नीलिका) घेऊं (आ० ३४). या नीलिकेची पुनरुत्पत्ति सरेणुक अलिंग पद्धतीनेही होतेच. तिच्या तंतूच्या पेशींपैकी कांही पेशींतील जीवनद्रवाचे वर क्लॅडोफोरासंबंधीं वर्णिलेल्या पद्धतीने चर रेणु बनतात. या चर रेणूंना प्रत्येकास चार केशाकृति गतिकारक अवयव असतात. त्यांची हालचाल बंद झाल्यावर त्या रेणूंपासून नवीन युलोथ्रिक्सचे तंतु उत्पन्न होतात. याशिवाय कांही दुसऱ्या पेशींतील जीवनरसापासून रेणू-



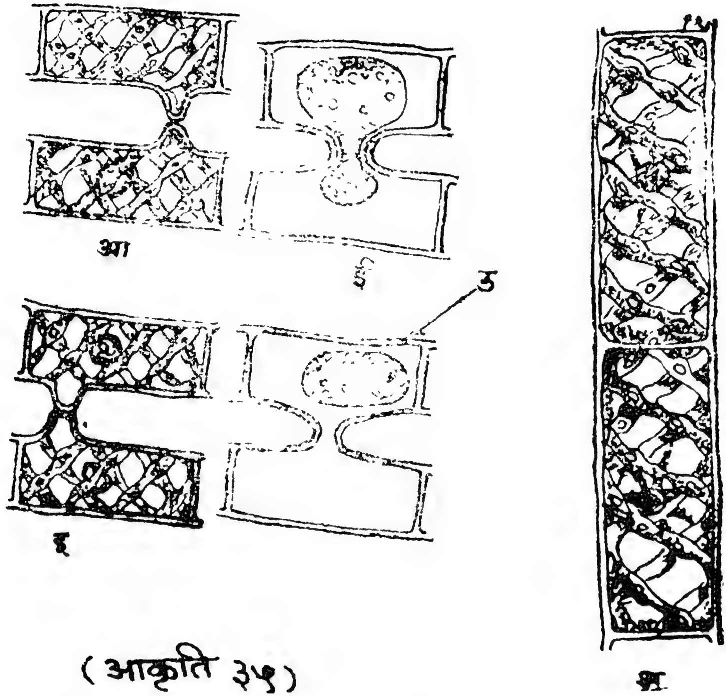
(आकृति ३४)

युलोथ्रिक्स नांवाची नीलिकावर्गातील वनस्पति आणि तिची पुनरुत्पत्ति. [या आकृतींतील (अ) ३०० पट मोठा व बाकीचे भाग ५०० पट मोठे केलेले आहेत.]

(अ) युलोथ्रिक्सचा एक तंतु (आ) तंतूच्या कांही पेशींपासून चर रेणु उत्पन्न होत आहेत. (इ) एक चररेणु. (ई) या पेशीपासून दोन केशाकृति अवयव असलेले पिंड उत्पन्न होत आहेत. (उ) दोन पिंडांचा संयोग होत आहे. (ऊ) संयुक्त पिंडांत चर रेणु तयार होत आहेत.

सारखेच पण आकाराने लहान व संख्येने अधिक, व चाराच्या ऐवजी दोनच गतिकारक अवयव असलेले, कण (गोळया) निघतात. यांचा विशेष हा की त्यांचा जोडीजोडीने संयोग झाल्याशिवाय सामान्यतः त्यांचेपासून युलोथ्रिक्सचे नवीन तंतु उत्पन्न होत नाहीत. म्हणजे रेणूप्रमाणें, जीवनद्रवाच्या या लहान गोळया स्वतंत्रपणें पुनरुत्पत्तीचें कार्य करूं शकत नाहीत. त्यांचा दुसऱ्याशीं संयोग झाला

तरच ही शक्ति त्यांच्यामध्ये येते. निराळ्या शब्दांनी हेंच सांगावयाचें म्हणजे त्यांच्यामध्ये लिंगभेद उत्पन्न झाला. अशा लिंगभेदयुक्त जीवनरसाच्या गोळ्यांना पिंड (Gamete) ही संज्ञा द्यावी. नरपिंड व स्त्रीपिंड असे याचे दोन प्रकार असतात व त्यांच्या संयोगाने जो



(आकृति ३५)

स्पायरोगायरा या नांवाच्या नीलिकेची पुनरुत्पत्ति (× १००).

(अ) स्पायरोगायराच्या एका तंतूमधील दोन पेशी. (आ) स्पायरोगायरांतील सलिंग पद्धतीने उत्पादन. दोन भिन्न तंतूंच्या पेशी एकमेकांस जोडणारी संयोगनलिका (इ) तयार करीत आहेत. (ई) संयोग पावणाऱ्या दोन पेशींपैकी एकींतील जीवनरस संयोगनलिकेच्या द्वारें दुसऱ्या पेशींत प्रवेश करीत आहे. (उ) दोन्ही पेशींतील जीवनरसाचें मीलन होऊन तयार झालेला संयुक्त पिंड.

संयुक्त पिंड तयार होतो त्यापासून पुन्हा चर रेणु उत्पन्न होऊन त्या प्रत्येकापासून नवीन व्यक्ति उत्पन्न होते.

युलोथ्रिक्सच्या जीवनक्रमांत येणाऱ्या पिंडांमध्ये धर्मभेद (म्हणजे स्त्रीत्व व नरत्व) असल्याचें जरी अनुमान निघतें तरी त्यांच्यामध्ये बाह्यतः कोणताही लिंगभेद दिसून येत नाही. म्हणून तो लिंगभेदाचा एक अपूर्णच प्रकार म्हणावयाचा. अशा बाहेरून सारख्या दिसणाऱ्या पिंडांच्या संयोगाला समसंयोग (Isogamy) म्हणतां येईल. समसंयोगाचें आणखी एक सहज दृष्टीस पडण्यासारखें उदाहरण म्हणजे स्पायरोगायरा या नीलिकावर्गांतील शेवाळाचें होय (आ० ३५). येथें पिंड जरी सदृश असतात तरी त्यांपैकी एक स्थिर आणि एक चर असा भेद असून लिंगभेद सूक्ष्म प्रमाणांत सूचित होतो.

पण याहून पूर्णदशेस पोचलेल्या लिंगभेदाचेही प्रकार वनस्पतींत आढळतात. त्यांमध्ये स्त्रीपिंड व नरपिंड व ते ज्यांमध्ये उत्पन्न होतात ते अवयव हे एकमेकांहून स्पष्टपणें भिन्न असतात. अशा एकमेकांपासून स्पष्टपणें निरनिराळ्या दिसणाऱ्या पिंडांच्या संयोगास विषमसंयोग (Heterogamy) ही संज्ञा देतां येईल (आ० ३६). वनस्पतींत दिसून येणाऱ्या पूर्ण लिंगभेदाची कल्पना येण्याकरितां वर उल्लेख केलेल्या फर्न झाडाच्या सलिंग पद्धतीने होणाऱ्या पुनरुत्पत्तीचें जरा तपशीलवार वर्णन केलें पाहिजे.

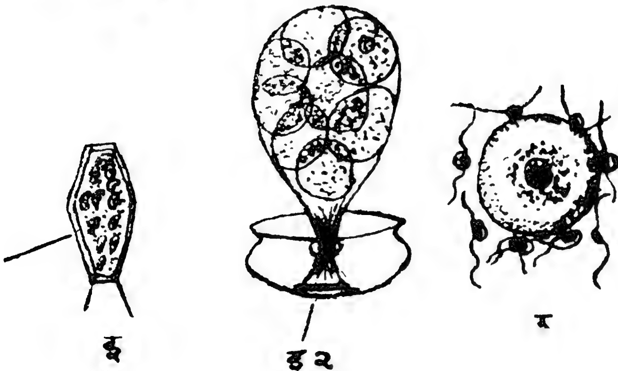
फर्न झाडाच्या रेणूपासून फर्न झाडाची पुनरुत्पत्ति प्रत्यक्ष रीतीने न होतां अप्रत्यक्ष रीतीने होते असें मागे दुसऱ्या प्रकरणांत सांगितलेंच आहे. तो प्रकार असा (आ० ३७). फर्नचा रेणु रुजून एक सूक्ष्म पापुद्र्यासारखी वाढ होते. या पापुद्र्यास या वनस्पतीचें आद्यांग (प्रथम तयार झालेलें अंग = Prothallus) ही संज्ञा देण्यास हरकत नाही. या आद्यांगांत व फर्न झाडांत कसलेंच साम्य दिसत नाही. तथापि या आद्यांगापासूनच पुढे सलिंग पद्धतीने फर्न झाड उत्पन्न होतें. या

आ १

आ २

(आकृति ३६)

अ



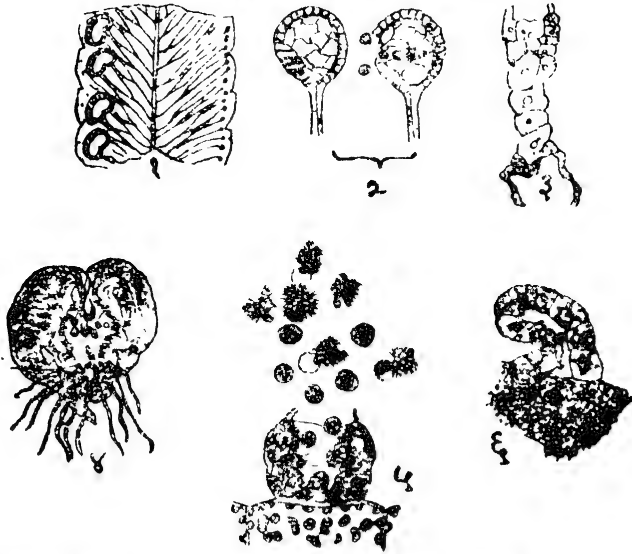
आकृति ३६

आकृति ३६. फ्यूकस् नांवाच्या समुद्रांतील खडकावर उगवणाऱ्या नीलिकेची पुनरुत्पत्ति.

(अ) फ्यूकस नीलिकांचा एक पुन्जका. नीलिकेच्या फांद्यांच्या टोकांस पुरळ आल्यासारखे दिसणारे भाग आहेत. त्यांत सलिंग पद्धतीने पुनरुत्पत्ति करणारीं इंद्रियें असतात. (आ) पुनरुत्पादक इंद्रियांतून घेतलेले छेद. (१)नर; (२)मादी. (इ)विभाग(आ) मधील (१) नरपिंडोत्पादक भाग आणि (२) स्त्रीपिंडोत्पादक भाग मोठे करून दाखविले आहेत. (उ) एका स्त्रीपिंडाभोवती असंख्य नरपिंड घिरट्या घालीत आहेत. त्यांपैकी एकाचा स्त्रीपिंडाशीं संयोग होतांच बाकीचे निघून जातात. येथे स्त्रीपिंड आकाराने मोठा आणि अचर (स्थिर) असतो, आणि नरपिंड लहान आणि चर (चलनशील) असतो. दोहोंमधील या दृश्य आणि स्पष्ट भेदामुळे फ्यूकसमध्ये विषमसंयोग आढळतो.

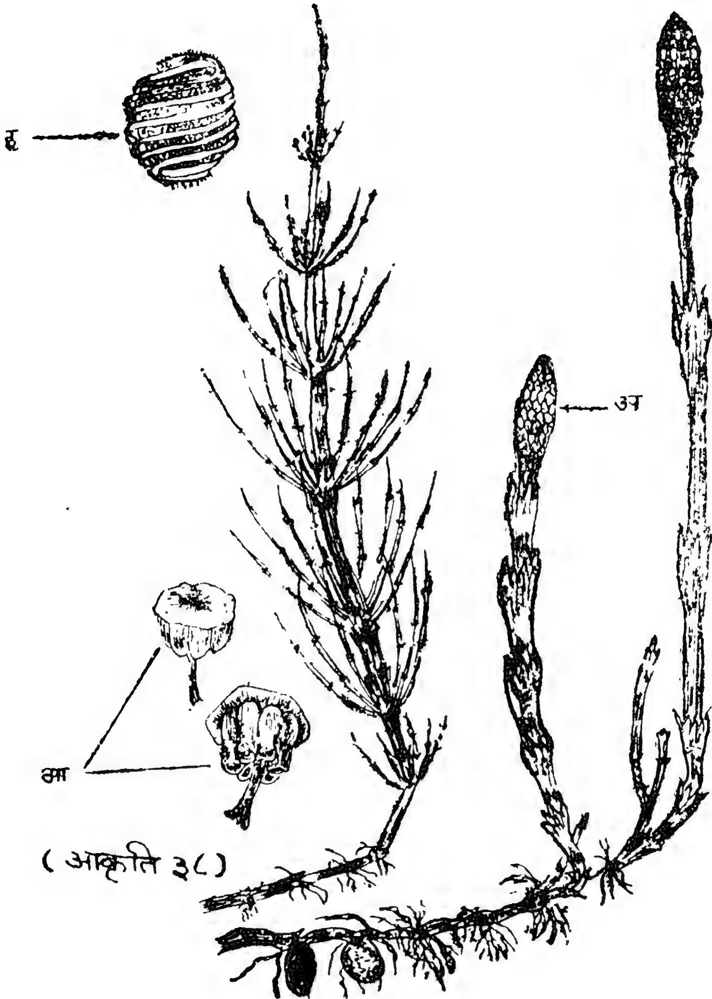
आद्यांगावरील कांही विशिष्ट भागांत स्त्रीपिंडकोश (archegonium) व नरपिंड (antheridium) उत्पन्न होतात आणि त्यांत अनुक्रमें उत्पन्न होणाऱ्या स्त्री पिंडांच्या व नरपिंडांच्या संयोगाने होणाऱ्या संयुक्त पिंडापासून पुढे फर्न झाडाची उत्पत्ति होते. (आकृति १३वरून या गोष्टीचा खुलासा होईल.) या झाडांतील पिंडकोशच नव्हे तर पिंडही एकमेकांशीं फार विसदृश असतात. नरपिंड आकाराने स्त्रीपिंडापेक्षा लहान व निराळे असून शिवाय ते चर असतात. इतर चर रेणूंप्रमाणें त्यांना गतिकारक अवयव असतात. ते स्त्रीपिंडकोशांतून एक विशिष्ट रासायनिक द्रव्य निघतें त्या द्रव्यामुळे तिकडे आकर्षिले जातात. स्त्रीपिंड आपल्या कोशांत जागींच स्थिर राहतो. तेथेच नरपिंड आपल्या केशाकृति अवयवांच्या हालचालीने पोहत येतात व त्यांच्यापैकी एकाचा स्त्रीपिंडाशीं संयोग होऊन एक संयुक्त पिंड तयार होतो.

फर्न झाडाचे सर्व रेणु एकाच जातीचे असतात व त्यांपासून उत्पन्न होणारीं आद्यांगें एकाच तऱ्हेचीं असतात. त्यांपासून मात्र लिंगभेददर्शक असे दोन जातीचे पिंड तयार होतात. पण फर्नच्या

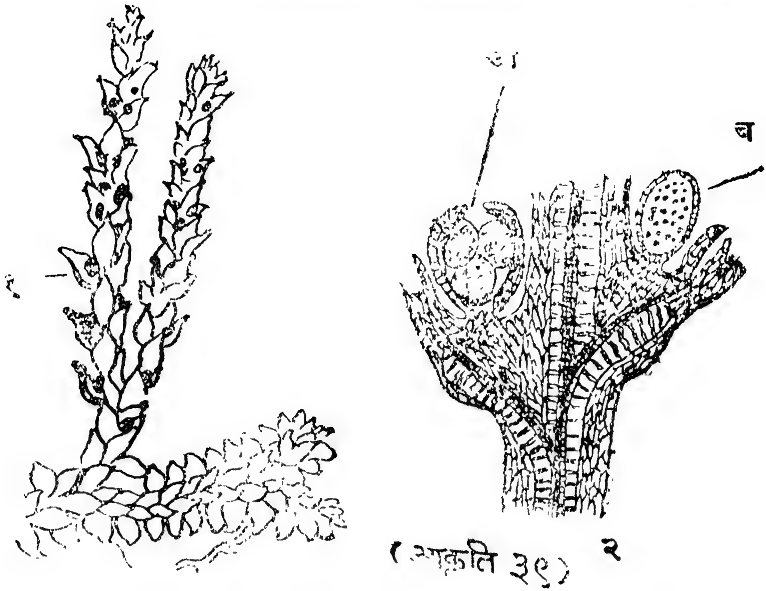


आकृति ३७. १ नेफरोलेपिस् फर्नच्या रेणुधारी पानाचा एक तुकडा. याच्या एका कडेला चार मोठे ठिपके दाखविले आहेत. त्यांत रेणुकोश असतात. २ पानावरील ठिपक्यांतून निघालेले रेणुकोश. यांतील एक फुटला असून त्यांतून गोलाकार रेणु बाहेर पडले आहेत. ३ एक रेणु रुजून त्यापासून आद्यांग तयार होत आहे. ४ पूर्ण तयार झालेलें आद्यांग. ५ सूक्ष्मदर्शकाने मोठा करून दाखविलेला नरपिंडकोश; त्यांतून नरपिंड बाहेर पडत आहेत. ६ मोठा करून दाखविलेला स्त्रीपिंडकोश; हा चंबूच्या आकाराचा असून त्याच्या मानेकडचा भाग वाकडा आहे आणि खालच्या फुगीर भागांत एक गोलाकृति स्त्रीपिंड दिसत आहे.

भाऊवंदाप्रमाणें असलेल्या दुसऱ्या कांहीं वनस्पतींत दोन जातींचे रेणु आढळतात. त्यांतील कांहींपासून स्त्रीपिंडोत्पादक व कांहींपासून नरपिंडोत्पादक आद्यांगें उत्पन्न होतात. इक्विसेटम् किंवा अश्वपुच्छ (Horse tail) (आ० ३८) नांवाच्या वनस्पतींत हा प्रकार दिसून येतो; पण तिचे सर्व रेणु बाह्यतः सारखेच दिसतात. म्हणजे ही वनस्पति 'समरेणु' (Isosporous) आहे असें थोडक्यांत म्हणतां येईल.



इक्विसेटम् (अश्वपुच्छ). (अ) रेणुधारकांचें कणीस (आ) कणसांतील रेणुधारक, जरा मोठे करून दाखविले आहेत. (इ) एक रेणु, बराच मोठा करून दाखविलेला.

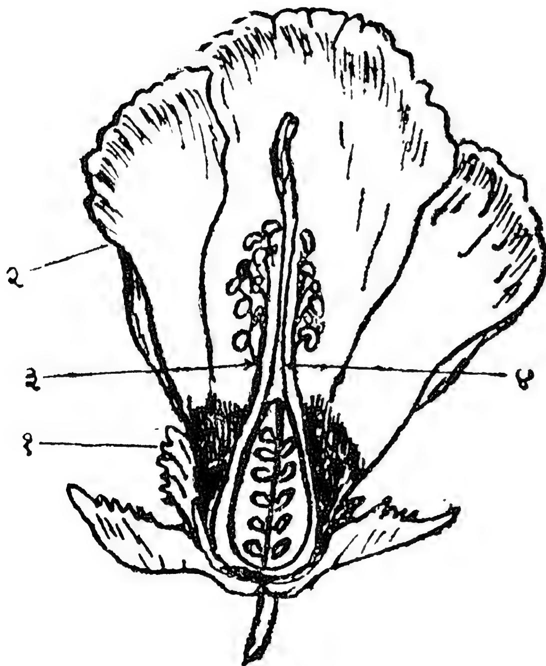


सिलॅजिनेला नावाची अपुष्प वनस्पति. (१) पुनरुत्पादक (रेणुवाहक) भाग. (२) रेणुवाहकाच्या एका भागाचा उभा छेद (मोठा करून दाखविलेला). (अ) गुरुरेणु (ब) लघुरेणु.

उलटपक्षीं, सिलॅजिनेला (Selaginella) सारख्या कांही वनस्पति आहेत, त्यामध्ये आकारभेदामुळें 'गुरुरेणु' (Megaspore) व 'लघुरेणु' (Microspore) या दोन प्रकारांचे रेणु ओळखतां येतात. त्यांतील मोठ्यांपासून—गुरुरेणूंपासून—स्त्रीपिंडोत्पादक व लहानांपासून—लघुरेणूंपासून—नरपिंडोत्पादक आद्यांगें उद्भवतात. अशा वनस्पतींस 'विषमरेणु' (Heterosporous) हें विशेषण देऊन त्यांतील रेणुभेद थोडक्यांत दाखवितां येईल (आ० ३९).

सध्यांचे काळीं सर्वांत उच्च दर्जाच्या वनस्पति म्हणजे सपुष्प वनस्पति. पुनरुत्पत्तिदृष्ट्या सर्व सपुष्प वनस्पति विषमरेणु आहेत.

यांचे लघुरेणु म्हणजे परागकण. गुरुरेणु बीजांडांत (Ovule मध्ये) गुप्त असतात व केवळ सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्याने व तुलनात्मक पद्धतीने त्यांचा विचार केला असतां त्यांचें गुरुरेणुत्व सिद्ध होतें. या विषमरेणूंपासून होणारीं पिंडोत्पादक आद्यांगें अत्यंत सूक्ष्म असतात, तथापि त्यांच्या अस्तित्वाबद्दल शंका नाही. या आद्यांगांपासून उत्पन्न होणाऱ्या स्त्रीपिंडांच्या व नरपिंडांच्या संयोगाने बीजधारण होतें. हा प्रकार फार चमत्कृतिजनक आहे म्हणून त्याचें विशेष खुलासेवार वर्णन यापुढे केलें आहे.

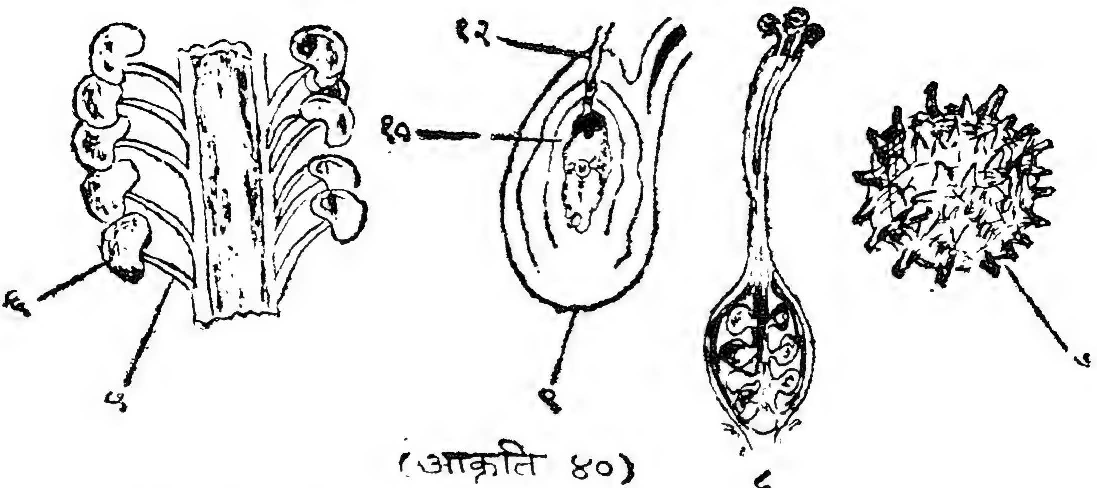


(आकृति ४०)

कापसाच्या झाडाची सलिंग पद्धतीने पुनरुत्पत्ति.

(अ) कापसाच्या फुलाचा उभा छेद. (१) पेला. (२) पुष्पकोश. (३) पुंकेसरनलिका. (४) स्त्रीकेसरदंड.

पुढील पान पहा.



(आकृति ४०)

कापसाच्या झाडाची सलिंग पद्धतीने पुनरुत्पत्ति. (५) पुङ्केसराचें सूत्र. (६) परागकोश. (७) एक परागकण. [बराच मोठा करून दाखविलेला] (८) बीजांडकोशाचा उभा छेद; स्त्रीकेसराग्रावर परागकण येऊन पडले आहेत व त्यांपैकी एक रुजून त्यापासून निघालेली परागनलिका स्त्रीकेसरदंडाच्या आंतून बीजांडाकडे चालली आहे. (९) एका बीजांडाचा उभा छेद. (१०) गुरुरेणु आणि त्याच्यापासून उद्भवणारा स्त्रीपिंड. (१२) परागनलिकेचें टोक व तिच्या टोकाशीं असलेले दोन नरपिंड [काळे ठिपक्यासारखे दिसणारे]; यांपैकी एकाचा स्त्रीपिंडाशीं संयोग होतो.

सपुष्प वनस्पतींतील सलिंग पुनरुत्पत्ति

सपुष्प वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति साधारणपणें त्यांच्या बियांपासून होते ही गोष्ट सर्वांस माहीत आहे. बिया फळांतनच निघतात व फळें फुलांपासून होतात हेंही बहुतेकांस माहीत आहे. पण फुलें, फळें व बिया यांच्या परस्परसंबंधांचें विशेष तपशीलवार ज्ञान पुष्कळ लोकांस नसतें. हें ज्ञान मिळविण्यास प्रथमत: फुलाच्या रचनेचें व त्यांतील निरनिराळ्या भागांच्या कार्याचें ज्ञान करून घेतलें पाहिजे. तें, कापसाच्या झाडाचें फूल उदाहरणार्थ घेऊन, करून घेऊं (आ० ४०).

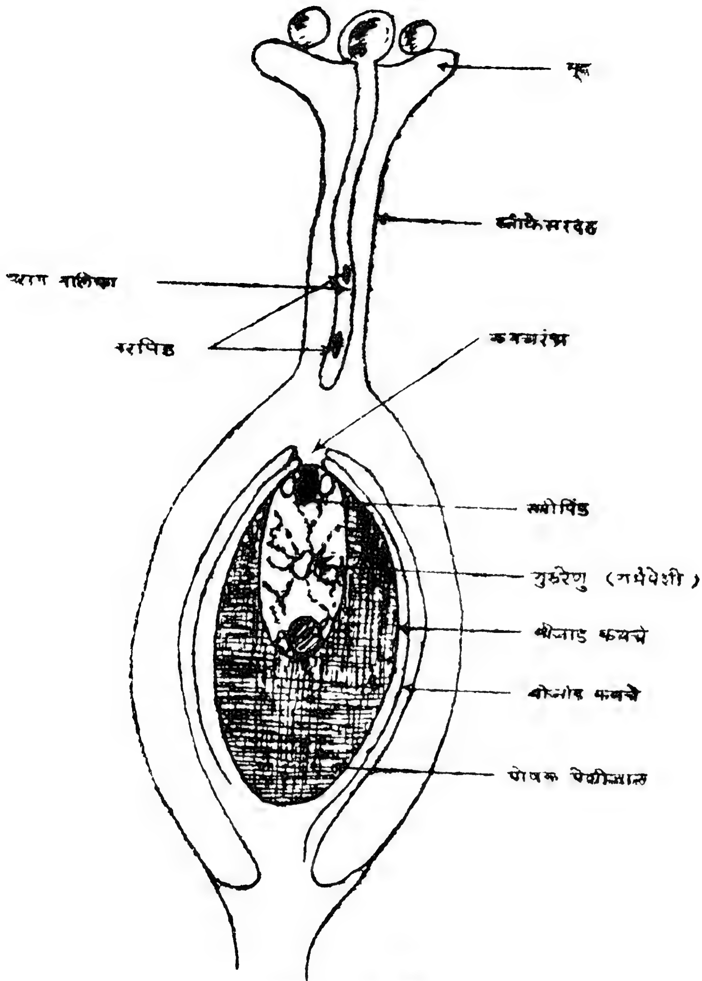
वरवर पाहणारांस देखील कापसाच्या फुलांतील बाहेरचा हिरवा पेल्यासारखा भाग, त्याच्या आंतील रंगीत पाकळ्या, त्याहून आंतील पुंकेसरांची नळी व नळीच्या आंतील बीजांडकोशापासून निघालेला स्त्रीकेसरांचा दांडा (स्त्रीकेसरदंड= Style), असे निरनिराळे भाग दिसतात. यांतील हिरव्या पेल्याचें (पेला = Calyx) कार्य फुलांचें कलिकावस्थेंत संरक्षण करणें हें होय. पाकळ्यांचें कार्य रंग, सुवास, मध इत्यादिकांनी मधमाशा, फुलपाखरें, मुंग्या वगैरे कीटकांस फुलाकडे आकर्षण्याचें आहे. या कार्याचें रहस्य राहिलेल्या दोन भागांचें कार्य समजल्याशिवाय स्पष्ट होणार नाही. पाकळ्यांच्या आंतील पुंकेसरांच्या नळीपासून एक पुंकेसर वेगळा करून पाहतां त्याचे सूत्र व परागकोश असे दोन भाग दृष्टीस पडतात. या परागकोशांतील परागकण म्हणजेच सपुष्प वनस्पतींचे लघुरेणु व यांच्यापासून पुढे नरपिंड उद्भवतात. स्त्रीकेसराचा दांडा पुंकेसरनलिकेच्या आंत असतो. याचा उगम बीजांडकोशापासून होतो. हें फुलाचा उभा छेद करून पाहिलें असतां अधिक स्पष्ट होतें. स्त्रीकेसरदंडाचें टोक बोथटसें असतें त्यास मूद असें म्हणतात. (मूद = Stigma). बीजांडकोशांत

बीजांडें* (Ovule) असतात आणि त्यांच्यापासून प्रथम गुरुरेणु व नंतर गुरुरेणूंतून स्त्रीपिंडांची उत्पत्ति होते. स्त्रीपिंडांचा वर उल्लेख केलेल्या नरपिंडांशीं संयोग झाला म्हणजे बीजांडाचें बीज किंवा बी होतें व बीजांडकोशाचें बीजकोशांत किंवा बोंडांत रूपांतर होतें. अथवा सामान्य भाषेंत बोलावयाचें म्हणजे फळांत रूपांतर होतें.

बीजधारण स्त्रीपिंड व नरपिंड यांच्या संयोगापासून होतें असें वर सांगितलें त्याचा अधिक खुलासा करणें जरूर आहे. परागकोशांची पूर्ण वाढ झाली म्हणजे ते फुटतात व त्यांतून परागकण बाहेर पडतात. ते, वाऱ्यानें किंवा फुलांतील मध किंवा पराग खाण्याकरितां येणाऱ्या मधमाशा, फुलपाखरें वगैरे कीटकांच्या अंगास चिकटून, वाहिले जाऊन स्त्रीकेसरदंडाच्या अग्रांवर म्हणजे मुदेवर जाऊन पडतात.† ज्या वेळीं बीजांडें बीजधारणास योग्य असतात तेव्हा ही मृद एक प्रकारच्या

* स्त्रीकेसराच्या महत्त्वाच्या भागास 'बीजांड' ही संज्ञा दिली आहे. स्त्रीकेसराग्रावर परागसिंचन झाल्यानंतर परागकणांत उत्पन्न झालेल्या नरपिंडांचा बीजांडांत उत्पन्न झालेल्या स्त्रीपिंडांशीं संयोग झाल्यानंतर बीजांडाचें बीजांत रूपांतर होतें. परागसिंचन झालें नाहीं आणि हा पिंडसंयोग घडला नाहीं तर बीजांडें तशीच वाळून जातात.

† पुष्कळ झाडांमध्ये स्त्रीकेसर व पुंकेसर हे एकाच फुलांत आढळतात. पण सामान्यतः त्याच फुलांतील परागकणांचा त्याच फुलांतील बीजांडाशीं संबंध सहसा घडून येत नाहीं. किंबहुना असा संबंध टाळण्यासाठीं व निरनिराळ्या फुलांतील या भागांचा संबंध घडवून आणण्याकरितां वनस्पतींत अनेक चमत्कृतिजनक योजना आहेत. त्याचीं कांहीं उदाहरणें प्रकरण ६ मध्ये दिलीं आहेत. येथें इतकेंच सांगणें जरूर आहे कीं फुलांतील रंगीत किंवा सुवासिक आकर्षक भाग (पाकळ्या) च्यामुळे फुलपाखरें, मधमाशा वगैरेंकडून परागकण एका फुलांतून दुसऱ्या फुलावर वाहिले जाऊन भिन्न फुलांतील पिंडांचा सुप्रजाजननाच्या दृष्टीनें इष्ट असा संयोग घडून येतो.



(आकृति ४० अ)

दुसऱ्या एका फुलांतील बीजांडाचा उभा छेद. (गुरुरेणु, लघुरेणु व स्त्रीपिंड स्पष्ट दिसत आहेत.)

चिकट द्रव्याने माखलेली असते. अशा चिकट मुदेवर येऊन पडलेले परागकण तेथेच चिकटून राहतात व कांही वेळाने रुजतात. प्रत्येक परागकणापासून एक नळीसारखी वाढ होते, तिला परागनलिका (Pollen tube) म्हणतात. या परागनलिका स्त्रीकेसरदंडाच्या आंतून वाढत जाऊन बीजांडापर्यंत जाऊन पोचतात व शेवटीं त्यांचीं टोकें बीजांडाच्या टोकाशीं जाऊन भिडतात. प्रत्येक परागनलिकेंत दोन नरपिंड तयार होतात व ते नलिकेच्या टोकाशीं येऊन राहतात.

इकडे बीजांडांतही बऱ्याच घडामोडी होऊन बीजधारणाच्या वेळीं त्यांची अंतर्रचना आकृति ४० अ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणें झालेली असते. प्रत्येक बीजांडास सामान्यत: दोन कवचें प्राप्त झालेलीं असतात. हीं कवचें संपूर्ण नमून बीजांडाचें एक टोक किंचित् उघडें राहील अशीं असतात. या कवचांच्या उघडया तोंडांस कवचरंध्र (Micropyle) असें म्हणावें. या छिद्रांचें महत्त्व लवकरच लक्षांत येईल. प्रत्यक्ष बीजांडांत स्पष्ट दिसणारे भाग म्हणजे (१) गर्भपेशी (Embryosac) आणि (२) पोषक पेशीजाल (Nucellus). तुलनात्मक दृष्टीने पाहतां गर्भपेशी म्हणजेच सपुष्प वनस्पतींतील गुरुरेणु होय आणि पोषकपेशीजाल म्हणजे फर्न झाडांतील रेणूत्पादक आद्यांगाशीं तुल्य असा भाग होय. गर्भपेशींत जीवनद्रवाच्या केंद्राचें विभजन होऊन त्याचे लागोपाठ आणखी दोनदा विभाग होऊन आठ केंद्रें उत्पन्न होतात. त्यांपैकी तीन गर्भपेशीच्या एका टोकास, तीन दुसऱ्या टोकास जातात आणि उरलेले दोन मध्यभागीं येऊन एकमेकांशीं संयोग पावनात. म्हणजे बीजधारणास योग्य अशा स्थितींत, गर्भपेशींत आकृति ४० अ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणें सात केंद्रें असतात. कवचरंध्राजवळील केंद्राच्या त्रिकूटांपैकी एक स्त्रीपिंडाचा असतो. परागनलिकेचें टोक कवचरन्ध्राशीं येऊन पोचल्यावर तिच्या टोकाशीं असलेल्या नरपिंडाचा त्या छिद्रावाटे गर्भपेशींत प्रवेश होऊन स्त्रीपिंडाशीं त्याचा संयोग होतो. अशा

रीतीनें संयुक्तपिंड (Zygote) तयार होऊन त्याची वाढ होऊन त्याचा गर्भांकुर (Embryo) तयार होतो. हा गर्भांकुर म्हणजेच सपुष्प वनस्पतीचें अपत्य होय. गर्भांकुराची वाढ कांही वेळानें कुंठित होते व गर्भ सुषुप्तीच्या (निद्रेच्या) स्थितींत जातो. या वेळीं बीजांडाचीं कवचें वाळून पापुद्र्यासारखीं होतात व बीजांडकोशाचें पक्व फळांत किंवा बोंडांत रूपांतर होतें. पक्व फळ फुटून किंवा कुजून जाऊन कालांतरानें बिया बाहेर पडतात. त्यांतील गर्भांकुर थोडाबहुत काळपर्यंत सुप्तावस्थेंत राहतो; नंतर योग्य परिस्थिति प्राप्त होऊन बिया रुजल्या म्हणजे तो गर्भांकुर आपली तहकूब झालेली वाढ पुन: सुरू करून प्रौढ स्थितीस जाऊन पोचतो.

बहुतेक सपुष्प वनस्पतींतील दोनही जातींचे रेणु त्या झाडावरील प्रत्येक फुलांत आढळतात (उदाहरणार्थ, गुलाब, जास्वंदी). कांहींत लघुरेणु व गुरुरेणु हे त्याच झाडावर पण निरनिराळ्या फुलांत असतात (उदाहरणार्थ, काकडी, भोपळा). दुसऱ्या कांही झाडांत याहीपुढे मजल गेलेली असते. म्हणजे त्यांपैकी कांही व्यक्तींवर लघुरेणुधारी तर कांहींवर नुसतींच गुरुरेणुधारी फुलें येतात (उदाहरणार्थ, पोपयी); यांत कांही झाडें 'नर' व कांही 'माद्या' अशीं सामान्य माणसांसही ओळखतां येतात. हा लिंगभेद प्राण्यांतील लिंगभेदाशीं तंतोतंत जुळत नसला तरी त्याच्या जवळजवळ आला आहे, हें ओळखलें असतां जीवसृष्टीच्या प्राणि व वनस्पति या दोन भागांमध्ये तात्त्विकदृष्ट्या किती विलक्षण साम्य आहे हें मनावर ठसेल.

बीजांडापासून पुढे होणारीं बीजें किंवा बिया आणि बीजांडकोशापासून होणारे बीजकोश (म्हणजेच फळें) हे अनेक प्रकारचे असतात हें सांगण्यास नकोच. फळांच्या आणि बियांच्या विविध रचनेनें निरनिराळ्या प्रकारांनी पण तेच, वनस्पतिजीवनांत महत्त्वाचे, असे दोन उद्देश कमी अधिक यशस्वी रीतीनें साधले जातात. एक

गर्भांकुराचें (नवीन अपत्याचें) संरक्षण आणि दुसरा उद्देश पृथ्वीतलावर बीजप्रसार. प्रकरण ६ मध्ये हे उद्देश साधण्याकरितां वनस्पतिवर्गांत दिसून येणाऱ्या कांही योजनांचें विशेष खुलाशानें वर्णन केलें आहे.

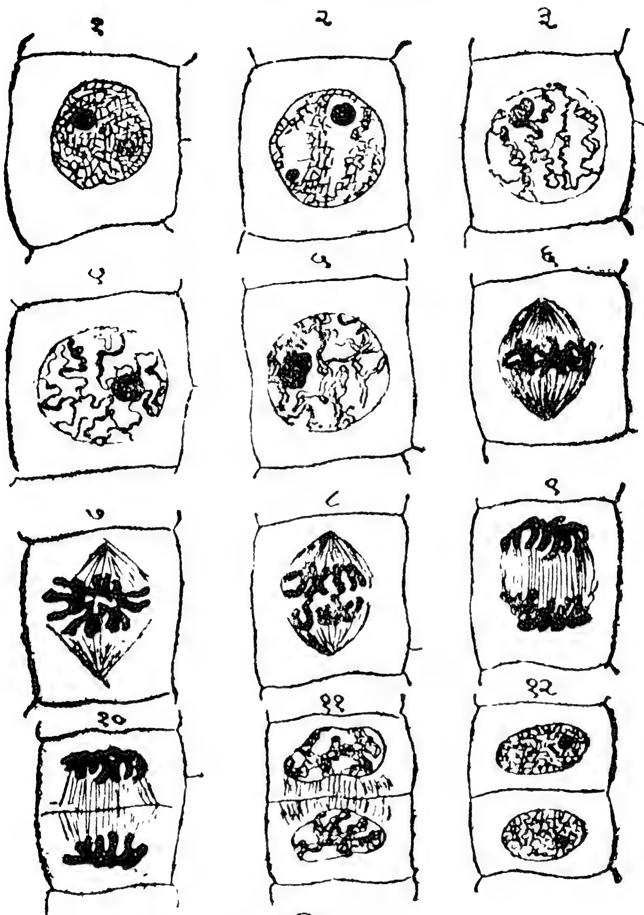
कांही झाडांना—उदाहरणार्थ, काबुली द्राक्षें (बेदाणा), केळीं, पेरू—यांना बी नसतें पण फळें येतात. मनुष्याच्या दृष्टीनें अशीं फळें उत्तम आणि खाण्यास सोयीचीं असतात, पण त्या झाडांच्या दृष्टीनें तीं निरुपयोगीच समजलीं पाहिजेत. मनुष्याच्या ताब्यांत हीं झाडें आल्यापासून त्यांना खतापाण्याच्या अनैसर्गिक समृद्धीचा लाभ मिळाल्याचा हा एक परिणाम असावा असें मानण्यास कांही पुरावा आहे. मनुष्यांमध्ये सुद्धा श्रीमंतींत आणि समृद्धींत वाढलेल्या माणसांची प्रजोत्पादनाची शक्ति कमी होते असें दिसून येतें, तसाच कांहीसा हा प्रकार असावा. अलिंग वर्गांतील आणि नीलिका वर्गांतील सूक्ष्म वनस्पतींचें निरनिराळ्या ज्ञात परिस्थितींत प्रयोगशाळेंत संवर्धन करून पाहतां क्लेब्स् (Klebs) या जर्मन संशोधकास असें आढळून आलें कीं या वनस्पतींतील पुनरुत्पत्ति अलिंग पद्धतीनें व्हावयाची किंवा सलिंग पद्धतीनें व्हावयाची हें बऱ्याच अंशीं परिस्थितीवर अवलंबून असतें. सामान्यतः असें म्हणतां येईल कीं अन्नाचा पुरवठा बराच कमी झाला कीं सलिंग पद्धतीचा अवलंब केला जातो. कारण या पद्धतीनें उत्पन्न होणारे संयुक्त पिंड किंवा बी हे कठीण परिस्थितींत कांही दिवस टिकाव धरून राहण्यासारखे असतात. झाडांना फुलें, फळें वगैरे येण्याच्या वेळा सुद्धा याप्रमाणें परिस्थितींतील उष्णता, पाणी, अन्नाचा पुरवठा इत्यादि गोष्टींनीच बहुतांशीं ठरून गेल्या आहेत.

प्रकरण पांचवें

संततीचें जनक व्यक्तीशीं साधर्म्य आणि वैधर्म्य

पुनरुत्पत्तीचा उद्देश मूळ व्यक्ति जीर्ण होऊन मृत झाली असतां तिच्यासारख्याच अनेक व्यक्ति तिची जागा भरून काढण्यास तयार व्हाव्यात हा होय. नवीन व्यक्ति ही मूळ व्यक्तीचाच वेगळा झालेला एक भाग असल्याने ती सामान्यपणें जनकव्यक्तीसारखीच असते. अलिंग आणि अरेणुक पद्धतीने उत्पन्न झालेली संतति तर 'प्रवर्तितो दीप इव प्रदीपात्।' या वर्णनाप्रमाणें जनक व्यक्तीची हुबेहूब प्रतिकृति असते. प्रोटोकॉकस् किंवा बॅक्टीरियासारख्या एकपेशीमय वनस्पतींत साध्या पेशीविभजनाने दोन नवीन अगदी एकसारख्या व्यक्ति उत्पन्न होतात. त्यांमध्ये जनक व्यक्ति कोणती आणि संतति कोणती हेंच सांगणें अशक्य होतें. पण यापुढील उत्क्रांत अवस्थेंतील वनस्पतींत जनक वनस्पति आणि संतति हा भेद अधिक स्पष्ट होतो. एवढेंच नव्हे तर संततीचें जनकव्यक्तीशीं बहुतांशीं साम्य निर्विवादपणें असलें तरी त्यांच्यामध्ये एकमेकांत आणि जनकव्यक्तींत वैधर्म्यही, लहानसान बाबतींत कां असेना, पण तितकेंच निर्विवादपणें असतें. हें साधर्म्य आणि वैधर्म्य कशाने उत्पन्न होतें हें आता पाहूं.

प्रथमतः पुनरुत्पत्तीचा अत्यंत साधा प्रकार म्हणजे साधें पेशीविभजन (ज्याच्या योगाने एकाच व्यक्तीच्या शरीरांतील निरनिराळ्या पेशी तयार होतात किंवा प्रोटोकॉकससारख्या एकपेशीमय वनस्पतींची पुनरुत्पत्ति होते) त्याचा विचार केला पाहिजे. या पेशीविभजनप्रकारांत पेशीकेन्द्राचें मुख्य कार्य असतें आणि त्याचीं जीं विलक्षण स्थित्यंतरें होतात त्यांची कल्पना आकृति ४१ वरून होईल. पेशीच्या



(आकृति ४?)

साधें अथवा समपेशी विभजन.

(१) पेशीकेन्द्राची स्थिरावस्था. (२), (३), (४) लिनीनचे धागे जाड होऊन, रंज्यधारक धाग्यांची एक लांब माळ होते. (५), (६) रंज्यधारक माळेचे लहान मोठे तुकडे झाले आहेत. ध्रुवबिंदु आणि त्यापासून निघणाऱ्या धाग्यांची चाती (तकुंटी) दिसूं लागली आहे. (७) रंज्यधारक माळेचे तुकडे चातीच्या मध्यभागीं जाऊन त्यांची एक

पट्टी बनते. (८) प्रत्येक रंज्यधारक दुभंगून त्यांचे अर्धभाग एकमेकां-पासून सुटे होऊन विरुद्ध दिशेस जाऊं लागले आहेत (९) ध्रुवबिंदूजवळ गेळ रंज्यधारकांच्या अर्धभागांची पुनः माळ होऊं लागली आहे. (१०), (११), (१२) पेशीविभजनाच्या शेवटच्या पायऱ्या. प्रत्येक ध्रुवबिंदूजवळ एक नवीन केन्द्र उद्भवते आणि त्या दोन्हींमध्ये एक भित तयार होते, चातीचे धागे नष्ट होतात आणि दोन नवीन पेशी अगदी मूळ पेशी-सारख्या तयार होतात.

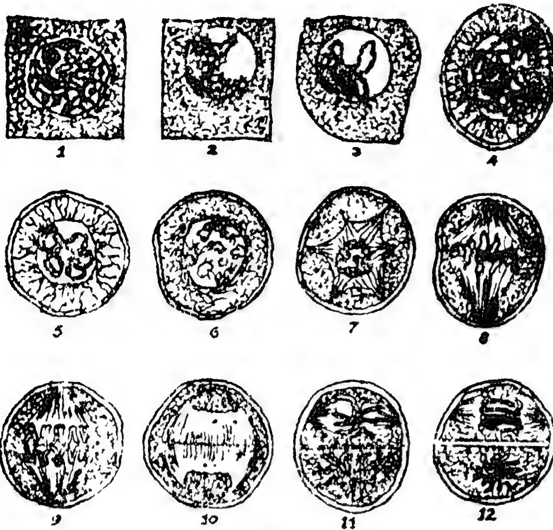
नेहमीच्या स्थिर अवस्थेंत पेशीकेन्द्रांतील रंज्य द्रव्य (Chromatin) हें एका लिनीन नांवाच्या रंगहीन द्रव्याच्या जाळ्याच्या बारीक धाग्या-वर सगळीकडे सारखें पसरलेलें असतें. पेशीविभजनाच्या वेळेला हे बारीक लिनीनचे धागे जाड होतात आणि त्यांतील रंज्य द्रव्याचेही त्यायोगाने जाड गुठळे होऊं लागतात. या रंज्य द्रव्य धारण करणाऱ्या धाग्यांची नंतर एक लांबशी माळ होते. या सुमारास पेशीच्या दोन टोकांजवळ दोन ध्रुव बिंदु दिसूं लागतात. या बिंदूंपासून संख्यातीत धागे निघून ते केन्द्राभोवती पसरतात. दोन विरुद्ध बाजूंनी हे धागे येऊन एकमेकांना मिळाल्यामुळे त्यांची एक तर्कुटी किंवा चाती-(Spindle)सारखी आकृति दिसते. रंज्य द्रव्य धारण करणाऱ्या माळेचे आता लहानमोठे तुकडे होतात आणि ते तर्कुटीच्या मध्यभागीं सारखे रचले जाऊन त्यांची एक पट्टी बनते. उपकेन्द्रें या सुमारास नाहीशीं होतात. या प्रत्येक तुकड्यास रंज्यधारक (Chromosome) असें म्हणावें. या रंज्यधारकांची संख्या प्रत्येक वनस्पतींत विशिष्ट असते. त्यांत सहसा बदल होत नाही. यानंतर प्रत्येक रंज्यधारक मधोमध सारखा उभा दुभंगला जातो आणि त्याचे असे जे दोन भाग होतात त्यांपैकी एक पेशीच्या एका टोकास आणि दुसरा पेशीच्या दुसऱ्या टोकास तर्कुटीच्या धाग्यांनी खेचला जातो. तेथे रंज्यधारकांचे अर्ध-भाग पुन्हा एकमेकांस जोडले जाऊन त्यांची माळ होते. ती माळ

बारीक बारीक होऊन तिचें पुन्हा जाळें होऊन त्याच्या धाग्यावर रंज्यधारकांचें व्यक्तित्व नष्ट होऊन त्यांतील रंज्य द्रव्य पुन्हा सगळीकडे सारखें पसरलें जातें. या रीतीने मूळच्या एका पेशीकेन्द्रापासून दोन नवीन केन्द्रें उत्पन्न होतात. याच्यानंतर तर्कुटीच्या मध्यभागीं पूर्वी रंज्यधारकांची पट्टी ज्या ठिकाणीं बसली होती तेथे पेशीकवचाचें द्रव्य जमून मूळच्या पेशीचे दोन समसमान भाग होतात; नंतर तर्कुटीचे धागे नाहीसे होऊन दोन नवीन पेशी तयार होतात.

पेशीविभजनाचे वेळीं पेशीकेन्द्राकडून घडणाऱ्या या गुंतागुंतीच्या व्यवहाराचा अर्थ कळण्यास हें सांगितलें पाहिजे की पेशीरचनेंत केन्द्राला फार महत्त्व आहे. पेशीचें कार्य केन्द्राकडूनच नियंत्रिलें जातें आणि पेशीचे गुणधर्म केन्द्रांतील रंज्यधारकांवर आणि यांतील रंज्यद्रव्यावर अवलंबून असतात. आताच वर्णिलेल्या पेशीविभजनप्रकारांत प्रत्येक रंज्यधारकाचे दोन अगदी समसमान भाग होऊन ते नवीन उत्पन्न झालेल्या दोन पेशींत सारखे वाटले जातात यामुळे दोन्ही नवीन पेशींचे गुणधर्म अगदी सारखे असतात.

सरेणुक आणि सलिंग पुनरुत्पत्तींत रेणूत्पादनसमयीं रंज्यधारकांच्या रचनेंत आणि वाटणींत थोडाफार फरक होतो.तो प्रकार समजण्यास रेणूत्पादक विभजनाचीं चित्रें आकृति४२मध्ये दिलीं आहेत तीं पाहावीं.

या विभजनास आरंभ साध्या पेशीविभजनांतल्याप्रमाणेंच होतो. पण रंज्यद्रव्य ज्या लिनीनच्या धाग्यावर पसरलेलें असतें त्याचें एक गुंतावळें लवकरच केन्द्रगोलाचे आंत एका बाजूस दिसूं लागतें. पुढे या गुंतावळींतून रंज्यधारक स्पष्ट होऊं लागतात. ते या वेळेस बारीक असून त्यांची एक विशिष्ट सम संख्या असते. यानंतर केन्द्रगोलाबाहेर पेशीद्रवांतून निरनिराळ्या बिंदूपासून सुरू झालेल्या धाग्यांचे शंकू केन्द्रगोलाभोवती येऊं लागतात. या वेळेस रंज्यधारक हे आकसून जाडे झालेले दिसतात आणि त्यांच्या जोडयाजोडया झालेल्या दिसतात.



आकृति ४२

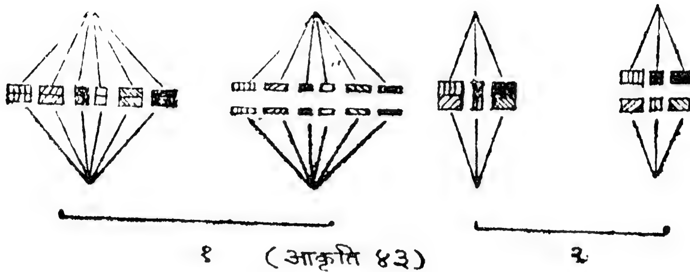
रेणूत्पादनाचे वेळी होणारें रेणुजनक पेशींचें विषम विभजन.

वर्णन मुळांत पाहा.

प्रत्येक जोडींतील रंज्यधारक एकमेकांभोवती वेटाळलेले असतात.

यानंतर धाग्याच्या शंकूंपैकी दोन प्रामुख्याने समोरासमोर दिसूं लागून त्यांची तर्कुटी किंवा चातीसारखी आकृति होते. या तर्कुटीच्या मध्यभागीं रंज्यधारकांच्या जोडयाजोडया येऊन त्या एकमेकांपासून सुटून तेथे त्याचे दोन गट होतात. प्रत्येक गटांतील रंज्यधारकांची संख्या अर्थात आरंभाच्या संख्येच्या निम्मी असते. हे दोन गट तर्कुटीच्या दोन टोकांकडे तिच्या धाग्यांच्या साहाय्याने खेचले जातात आणि तेथे त्यांचीं दोन केन्द्रें बनतात. या दोन केन्द्रांचें पुन्हा लगेच विभजन होतें तें मात्र प्रथम वर्णिलेल्या साध्या पेशीविभजनांतल्या प्रमाणें होतें. अशा रीतीने प्रत्येक रेणुजनक पेशींतून रेणूंची एक चौकडी निर्माण होते. या रेणूंच्या चौकडीस 'रेणुचतुष्टय' (Spore tetrad) ही संज्ञा द्यावी.

येथे ध्यानांत ठेवण्याजोगी गोष्ट ही की रेणुजनक पेशीच्या केन्द्राच्या पहिल्या विभजनाच्या वेळीं साध्या पेशीविभजनांतल्याप्रमाणें प्रत्येक रंज्यधारक दुभंगून त्याचा अर्धा भागच एकेका टोकाला जात नसून सबंध रंज्यधारक एकेका टोकाला जात असतो. यामुळे साध्या विभजनांत नवीन उत्पन्न झालेल्या पेशीकेन्द्रांतील रंज्यधारकांची संख्या तितकीच राहते. पण रेणूत्पादक विभजनाच्या वेळीं नवीन केन्द्रांतील रंज्यधारकांची संख्या निम्मी होते. आकृति ४३ वरून या दोन विभजनांतील भेद लक्षांत येईल.



(आकृति ४३)

पेशींच्या सम आणि विषम विभजनांतील भेद दाखविणारीं चित्रें.

(१)—सम विभजनांत प्रत्येक रंज्यधारकाचे दुभंगून दोन सारखे भाग होतात आणि ते अर्धभाग प्रत्येक ध्रुवबिंदूकडे जातात. म्हणून नवीन तयार झालेल्या प्रत्येक केंद्रांत जाणारे रंज्यधारक सर्वथैव सारखे असतात. (२)—विषम विभजनांत तर्कुटीच्या (चातीच्या) मध्यभागीं रंज्यधारकांच्या ज्या ज्या जोडया येऊन बसतात त्या समविभजनांतल्या प्रमाणें निरनिराळ्या रंज्यधारकांच्या अर्धभागांच्या जोडया नसून एक मातृदत्त रंज्यधारक आणि एक पितृदत्त अशा दोघा, सबंध रंज्यधारकांच्या जोडया असतात. आणि त्यांची यदृच्छया दोन ध्रुवबिंदूंकडे रवानगी होते. त्यामुळे नवीन तयार होणाऱ्या केन्द्रांतील रंज्यधारकांची संख्या रेणुजनक पेशींतील मूळ संख्येच्या निम्मी होते.

या आकृतींत स्पष्टीकरणाकरितां मूळ पेशींतील रंज्यधारकांची संख्या ६ अशी गृहीत धरली आहे. त्यांमधील आकार आणि गुणभेद निरनिराळ्या आकृतींत दर्शविला आहे.

रंज्यधारकांची ही निम्मी झालेली संख्या रेणूपासून उद्भवणाऱ्या आद्यांगाच्या पेशींत आणि पुढे त्यापासून होणाऱ्या नरपिंडांत आणि स्त्रीपिंडांत कायम असते. या पिंडांचा संयोग होऊन संयुक्त पिंड तयार झाल्यावर मात्र रंज्यधारकांची संख्या पुन्हा पूर्ण होते आणि या संयुक्तपिंडापासून उद्भवणाऱ्या वनस्पतीच्या अवस्थेंत (रेणूत्पादक प्रसवांत) शरीराच्या प्रत्येक पेशीच्या केन्द्रांत ही रंज्यधारकांची पूर्ण (दुहेरी) संख्या असते. अर्थात् रेणुजनक पेशींतही हीच दुहेरी संख्या असते. पण तिच्या केन्द्राच्या पहिल्या विभजनाचे वेळीं ही संख्या वर सांगितल्याप्रमाणें निम्मी (एकेरी) होते. वनस्पतींच्या बाह्यरूपांचा विचार करीत असतांना एकाच वनस्पतीच्या जीवनक्रमांत तिच्या भिन्न रूपाच्या दोन अवस्था–पिंडोत्पादक आणि रेणूत्पादक अशा–असू शकतात असें सांगितलें होतें. पिंडोत्पादक आणि रेणूत्पादक या दोन अवस्थांतील बाह्यभेदास त्यांच्या पेशींतील रंज्यधारकांच्या संख्येंतील भेदाची जोड पेशीशास्त्रज्ञांच्या शोधामुळे मिळाली आहे.

जनक वनस्पति आणि तिची संतति यांच्यामधील साधर्म्य–वैधर्म्याच्या दृष्टीने रेणूत्पादक आणि न्यूनीकारक (रंज्यधारकांची संख्या निम्मी करणारें) पेशीविभजन फार महत्त्वाचें आहे. कारण या विभजनांत संयुक्तपिंडापासून शरीरांतर्गत पेशीविभजनाच्या परंपरेने रेणुजनक पेशींत आलेल्या, नरपिंडाकडून आणि स्त्रीपिंडाकडून प्राप्त झालेल्या रंज्यधारकांच्या जोडया रेणुजनक पेशीच्या केन्द्राच्या प्रथम विभजनांत फुटतात आणि मातेकडून आणि पित्याकडून प्राप्त झालेले रंज्यधारक नवीन केन्द्रांत यदृच्छया वाटले जातात. मात्र असे की, प्रत्येक रंज्यधारकाच्या जोडींतील एक, मग तो पित्याकडून आलेला असो वा मातेकडून, त्या नवीन केन्द्रांत जातो. या मातापितरांपासून मिळालेल्या रंज्यधारकांच्या येथे यदृच्छेने होणाऱ्या अदलाबदलींत, अपत्यांमध्ये मातापितरांच्या गुणधर्मांची सरमिसळ होऊन त्यांच्यामध्ये

साधर्म्याबरोबर वैधर्म्यही उत्पन्न होण्याचें रहस्य आहे. आश्चर्याची गोष्ट ही आहे की प्राण्यांमध्येही पेशीविभजन तत्वतः वनस्पतींतल्या प्रमाणेंच होतें, आणि त्यामध्येही शरीरांतील पेशींत रंज्यधारकांची संख्या दुहेरी असून पुनरुत्पत्तीकरितां जे लिंगविशिष्ट पिंड उत्पन्न होतात त्यांमध्ये रंज्यधारकांची संख्या निम्मी (एकेरी) होते.

आनुवंशिक गुणांचा आणि रंज्यधारकांचा सर्व जीवांत अतिशय निकट संबंध असून विशिष्ट गुण विशिष्ट रंज्यधारकांत, किंबहुना विशिष्ट रंज्यधारकांच्या विशिष्ट भागांत वास करितात असे महत्त्वाचे शोध पेशीशास्त्रज्ञांनी अलीकडे लावले आहेत. हे शोध निरनिराळ्या गुणधर्मांच्या वनस्पतींचे संकर घडवून ते गुणधर्म संततींत कसे उतरतात आणि या गुणधर्मांचा आणि पेशींतील रंज्यधारकांचा अन्योन्य संबंध काय आहे हें पाहून लाविले आहेत.

मोठ्या प्राण्यांमध्ये असे संकर घडवून असले शोध करणें व्यावहारिक दृष्टीने अडचणीचें आहे, म्हणून अनुहरणशास्त्राचे संशोधक कीटक वगैरे लहान प्राणी आणि वनस्पति यांवरच मुख्यतः आपले प्रयोग करितात.

या त्यांच्या प्रयोगांपासून गुणधर्मांच्या अनुहरणाचे नियम बरेच कळूं लागले आहेत. या शोधांच्या मुळाशीं ग्रेगोर मेंडेल नांवाच्या एका आस्ट्रियन महंताने केलेल्या वाटाण्याच्या निरनिराळ्या जातींचे संकर-प्रयोग आहेत. या प्रयोगांची आणि त्यांवरून मेंडेलने केलेल्या आनुवंशिक गुणांच्या अनुहरणासंबंधीं उपन्यासाची हकीकत आता दिली पाहिजे.

ग्रेगोर मेंडेलचे अनुहरणविषयक प्रयोग

जनकव्यक्तीचे गुणधर्म संततींत उतरतात (Like begets like) हें खरें आहे, तरी जनकव्यक्तीपासून संतति थोडयाफार

प्रमाणांत भिन्न असते, (Like begets unlike) हेंही तितकेंच खरें आहे. संततीचें जनकव्यक्तीशीं हें साम्य किंवा वैधर्म्य हें कांहीं नियमानुसार होत असतें किंवा कसें हा प्रश्न सर्व काळीं उद्भवत गेला असून त्याविषयीं निरनिराळे तर्कवितर्क काढले गेले आहेत. 'पितर-मनुहरन्तेऽश्वाः मातरं गावः' किंवा 'अमका मनुष्य आपल्या मातुल घराण्याच्या वळणावर गेला' असे अनेक तात्पुरते सिद्धांत पंडितांनी किंवा निरीक्षक माणसांनी मांडलेले आपल्या ऐकण्यांत येतात. मनूचें 'समाजशास्त्र' त्याच्या वेळीं प्रचलित असलेल्या अनुहरणविषयक कल्पनांवरच बसविलें होतें. गाई, घोडे, कोंबडीं, बदकें वगैरे पाळीव जनावरांची पैदास करणें हा ज्यांचा धंदा आहे अशा लोकांच्या कडून विशेषतः पाश्चात्य देशांत, या प्राण्यांतील गुणधर्मांच्या अनुहरणा-संबंधाने बरीच माहिती अनुभवाने मिळत गेली आणि तिचा व्यवहारांत इच्छित गुणधर्मविशिष्ट जनावरांची निपज करण्याच्या कामीं उपयोग होऊन जनावरांच्या अनेक जाति, उपजाती वगैरे अस्तित्वांत आल्या. तीच गोष्ट कळत नकळत शेती आणि बागायतींतील पिकांच्या बाबतींत घडून आली. तरी शास्त्रज्ञांचें अनुहरणविषयक ज्ञान एकोणिसाव्या शतकाच्या अखेरपर्यंत अत्यंत अपुरें असून त्यामध्ये निश्चितपणापेक्षा अजमासाचा भाग अधिक होता. इ. स. १८६५ सालीं ग्रेगोर मेंडेल नांवाच्या एका ऑस्ट्रियन महंताने वाटाण्याच्या निरनिराळया जातींचे संकर करून संकीर्ण संततींच्या गुणधर्मांचें निरीक्षण करून त्यावरून अनुहरणविषयक कांहीं सिद्धांत एका लेखांत प्रसिद्ध केले होते, ही गोष्ट खरी. पण त्या लेखाची खरी योग्यता त्या वेळच्या कांहीं नामांकित वनस्पतिशास्त्रज्ञांच्याही लक्षांत न येऊन तो लेख सुमारें ३५ वर्षे तसाच पडून राहिला होता. पण विसाव्या शतकाच्या आरंभीं युरोपांतील तीन निरनिराळया देशांत अनुहरणविषयक शोधनकार्यांत गुंतलेल्या तीन शास्त्रज्ञांच्या पाहण्यांत हा मेंडेलचा लेख जवळजवळ

एकसमयावच्छेदेंकरून आला आणि त्यांनी मेंडेलच्या प्रयोगाचें आणि त्याने काढलेल्या सिद्धांताचें महत्त्व स्वतः ओळखून इतरांनाही त्याची ओळख करून दिली. तेव्हापासून मेंडेलच्या अनुहरणविषयक संशोधनपद्धतीचें फार मोठया प्रमाणावर, सर्व देशांत, अनेक जीवशास्त्रज्ञांकडून अनुकरण केलें जाऊन गेल्या ३०–३५ वर्षांत या विषयाच्या ज्ञानांत अमूल्य भर पडली आहे. आता मेंडेलचा तो ४० पानांचा लेख अनुहरणशास्त्रज्ञांचा एक प्रमाणग्रंथच होऊन बसला आहे. मेंडेलच्या या इतक्या महत्त्वाच्या कामगिरीची माहिती कोणाही वनस्पतिजीवनाविषयीं कुतूहल बाळगणाऱ्या माणसास असावीशी वाटणें साहजिक आहे. म्हणून ती थोडक्यांत येथे देऊं.

मेंडेलच्या प्रयोगांचें विवरण

गुणधर्मांच्या अनुहरणाचा शोध करावयाचा तर मातापितरांमध्ये परस्पर विरुद्ध असे कांही ठळक गुण असले म्हणजे ते गुण संततींत कसे उतरतात तें पाहणें सोपें होईल, ही कल्पना मेंडेलच्या मनांत आली. त्याप्रमाणें वाटाण्याच्या निरनिराळ्या जातींत उंच–ठेंगणी, हिरव्या बियाची–पिवळ्या बियाची, वाटोळ्या बियाची–सुरकुतलेल्या बियाची वगैरे सहज ओळखूं येणारे विरुद्ध गुण दाखविणाऱ्या जाती अस्तित्वांत होत्याच, त्यांचा संकर करून ते गुण संततींत कसे उतरतात तें पाहावयाचें त्याने ठरविलें. सुमारें तीन महिन्यांत वाटाण्याच्या झाडाला फुलें, शेंगा वगैरे येऊन त्याचा जीवनक्रम आटपतो. त्यामुळे प्रयोगाचा परिणाम काय होतो तें समजण्यास फार दिवस वाटही पाहावयास लागणार नाही, हेंही प्रयोगाकरितां वाटाणा पसंत करण्याचें एक कारण होतें. मेंडेलच्या प्रयोगांचें स्वरूप लक्षांत येण्याकरितां त्याने केलेल्या प्रयोगांपैकीं एका प्रयोगमालिकेची हकीगत जरा विस्ताराने दिली पाहिजे.

उंच (सुमारें ७-८ फूट वाढणारी) आणि ठेंगणी (सुमारें १-१॥ फूट वाढणारी) अशा वाटाण्याच्या जातींचें बी विकत घेऊन तें निरनिराळें लावून या गुणाबाबत त्या जाती शुद्ध आहेत, म्हणजे उंच जातीचें बीज पेरलें तर उंचच संतति आणि ठेंगण्या जातीचें बीज पेरलें तर ठेंगणीच प्रजा निर्माण होते अशी प्रथम खात्री करून घेतली. मग शुद्ध बीजापासून आलेल्या उंच झाडाच्या कांही फुलांतील पुंकेसर ते अपरिपक्व स्थितींत असतांनाच काढून टाकून त्यांत शिल्लक राहिलेल्या स्त्री केसरांच्या अग्रांवर शुद्ध बीजाच्या, ठेंगण्या जातीच्या वाटाण्याच्या फुलांतील पक्व पराग घालून तीं फुलें त्यांमध्ये दुसऱ्या कोणत्याही फुलांच्या परागांचा प्रवेश होणार नाही अशा बंदोबस्ताने झाकून ठेविलीं. अशा रीतीने त्या दोन जातींचा संकर घडवून आणला. कांही प्रयोगांत ठेंगण्या जातीच्या फुलांतील पराग काढून टाकून त्यांतील स्त्रीकेसराग्रांवर उंच जातीच्या फुलांतील पराग घातला होता. म्हणजे कांही प्रयोगांत उंच जातीची माता आणि ठेंगण्या जातीचा पिता. तर कांही जातींत उंच जातीचा पिता आणि ठेंगण्या जातीची माता असा प्रकार होता. या प्रयोगांत धरलेलें बी लावून पाहतां मेंडेलला असें आढळून आलें की उंच आणि ठेंगणी यांच्या कोणत्याही प्रकारच्या संकराने जें बीज येतें तें पेरलें असतां उत्पन्न होणारी प्रजा नेहमीं उंच जातीची असते. म्हणजे या प्रजेच्या 'रक्तांत' ठेंगण्या जातीच्या 'रक्ताचा' अंश जरी निःसंशयपणें होता तरी त्याचा तिच्या उंचीवर यत्किंचितही परिणाम झालेला दिसला नाही. हा अनपेक्षित परिणाम पाहून मेंडेल स्वस्थ बसला नाही. उंच आणि ठेंगण्या जातीच्या संकीर्ण बीजापासून उत्पन्न झालेल्या उंच प्रजेच्या फुलांत त्याने स्वाभाविक रीतीने—म्हणजे त्याच फुलांतील परागकणापासून त्याच फुलांतील स्त्रीकेसर फलित होऊं देऊन, बीजधारणा घडूं दिली

आणि अशा रीतीने तयार झालेल्या बिया पेरून त्याने आपल्या प्रयोगांतील दुसरी पिढी तयार केली. या पिढींत कांही झाडें आजेपिढींतील उंच झाडांप्रमाणेंच उंच तर कांही आजेपिढींतल्या ठेंगण्या झाडासारखींच ठेंगणीं आलेलीं दिसलीं. उंचीचें मिश्रण कोठेही दिसलें नाही. पण पहिल्या उंच आणि ठेंगण्या व्यक्तींच्या संकरापासून उत्पन्न झालेल्या प्रजेंत ज्या एका गुणाचा (ठेंगणेपणाचा) सर्वस्वीं लोप झाला होता, तो गुण पौत्रीय पिढींत कांही व्यक्तींत पुन्हा प्रादुर्भूत झाल्याचें दिसून आलें. एवढयावरच न थांबतां मेंडेलने या पौत्रीय पिढींतील उंच आणि ठेंगण्या झाडांपैकी प्रत्येक जातीचीं १०० झाडें, निवड न करतां, हातास येतील तशीं, घेऊन त्यांचें बी स्वतंत्रपणें निरनिराळ्या ओळींत लावून आपल्या प्रयोगांतील तिसरी पिढी निर्माण केली. या पिढींत मेंडेलला असें आढळून आलें की दुसऱ्या पिढींतल्या ठेंगण्या जातीच्या सरसकट घेतलेल्या १०० झाडांच्या सर्व बियांपासून एकजात ठेंगणींच झाडें तिसऱ्या पिढींत निर्माण झालीं. पण तशाच रीतीने घेतलेल्या १०० उंच जातीच्या बियांपैकी ७२ बियांपासून उंच आणि २८ बियांपासून ठेंगणीं झाडें आलीं!

असेच प्रयोग मेंडेलने उंच–ठेंगण्या यांशिवाय आणखी सहा जोडयांच्या बाबतींत करून पाहिले. त्या गुणांच्या जोडया येणेंप्रमाणें:—

(२) फुलें एकएकटीं—फुलें गुच्छांत असलेलीं
(३) टचटचीत शेंगा—लबलबीत शेंगा
(४) हिरव्या रंगाच्या शेंगा—पिवळ्या रंगाच्या शेंगा
(५) पिवळी डाळिंबी—हिरवी डाळिंबी
(६) राखी रंगाच्या शेंगा—पांढऱ्या रंगाच्या शेंगा
(७) वाटोळें बी—सुरकतलेलें बी

या सर्व गुणांच्या बाबतींत मेंडेलला एकसारखाच अनुभव आला तो असा—

१. पहिल्या संकरापासून निर्माण झालेली प्रजा पितरांपैकी सर्वथैव एका पितरासारखीच (मग त्या प्रयोगांतील तद्गुणविशिष्ट माता असो वा पिता असो) दिसते. म्हणजे दोन्ही पितरांच्या गुणांचें संततींत मिश्रण झालेलें न दिसतां या गुणांच्या जोडींतील एकाचा या पिढींत सर्वस्वीं लोप होतो. प्रकट गुणाला मेंडेलने 'प्रभावी' या अर्थाचें आणि लुप्त गुणाला 'दलित' (दडपलेला) या अर्थाचें नांव दिलें. नाही म्हणावयास कडकडीत शेंगा आणि लबलबीत शेंगा या गुणांच्या जोडींत मात्र थोडेसें मिश्रण या पिढींत झालेलें मेंडेलनें नमूद केलें आहे.

२. प्रयोगांतील दुसऱ्या (म्हणजे पौत्रीय) पिढींत दोन प्रकारची प्रजा आढळते, एक भाग सर्वस्वीं आजाचा गुण दाखविणारा आणि दुसरा सर्वस्वीं आजीचा गुण दाखविणारा.

३. पौत्रीय पिढींतील 'दलित गुण' (म्हणजे प्रयोगांतील पहिल्या पिढींत लुप्त होणारा) दाखविणाऱ्या व्यक्तींची स्वाभाविकपणें उत्पन्न होणारी प्रजा सर्वथैव त्याच्या सारखीच असते, म्हणजे त्या गुणाच्या बाबतींत त्या शुद्धबीज असतात.

४. पौत्रीय पिढींतील 'प्रभावी' गुण (म्हणजे प्रयोगांतील पहिल्या पिढींत प्रादुर्भूत किंवा प्रकट होणारा) दाखविणाऱ्या व्यक्तींत दोन प्रकार असतात. त्यांतील कांही, विरोधी गुणयुक्त व्यक्तींशीं त्यांचा संकर घडला नाही तर, प्रथम संकरांतील प्रभावी गुणयुक्त व्यक्तीसारख्या नेहमी प्रभावी गुणयुक्त संतति प्रसवतात, म्हणजे शुद्धबीज ठरतात; आणि कांही, प्रथमसंकराच्या प्रजेप्रमाणें म्हणजे आपल्या पितराप्रमाणें कांही प्रभावी गुणयुक्त आणि कांही दलित गुण-युक्त संतति प्रसवतात.

मेंडेलची खरी करामत म्हटली म्हणजे यासंबंधांत प्रथमदर्शनीं यदृच्छया घडणाऱ्या प्रकारांत अंतर्भूत असलेला नियमितपणा आणि

प्रभावी आणि दलित गुणांच्या वाटणींत असलेली सांख्यिक प्रमाण-बद्धता शोधून काढून त्यावरून आपला अनुहरणविषयक उपन्यास करणें ही होय. मेंडेलचा हा उपन्यास सांगण्यापूर्वी प्रयोगांतील ज्या आकडयांवरून त्यानें तो रचिला ते आकडे दिले असतां त्याच्या अलौकिक बुद्धिमत्तेची साक्ष पटेल.

वाटाण्याच्या निरनिराळया गुणांच्या जोडयांविषयीं केलेल्या प्रयोगांत मेंडेलला पौत्रीय पिढींत 'प्रभावी' आणि 'दलित' गुण दाखविणाऱ्या व्यक्तींची संख्या खालीलप्रमाणें आढळली:—

जोडयांचा अनुक्रमांक	प्रभावीगुणयुक्त	दलितगुणयुक्त
१	७८७	२७७
२	८५१	२०७
३	८८२	२९९
४	४२८	१५२
५	७०५	२२४
६	६०२२	२००१
७	५४७४	१८५०

पौत्रीय पिढींतील प्रभावी गुणयुक्त १०० झाडें हाताला येतील तशीं म्हणजे मुद्दाम निवड न करितां घेऊन त्या प्रत्येकाचें बी निराळें पेरून पाहतां प्रत्येक प्रभावी गुणाच्या बाबतींत शुद्धबीज आणि अशुद्ध-बीज ठरलेल्या झाडांची संख्या मेंडेलला खालीलप्रमाणें आढळली:—

जोडयांचा अनुक्रमांक	शुद्धबीज	अशुद्धबीज
१	२८	७२
२	३३	६७
३	२९	७१
४	४०	६०
५	३६	६४
६	१६६	३५३
७	१९३	३७२

पहिल्या कोष्टकांतील प्रभावी गुणयुक्त आणि दलित गुणयुक्त झाडांच्या संख्येचें प्रमाण सरासरी ३ : १ आहे आणि दुसऱ्या कोष्टकांतील शुद्धबीज आणि अशुद्धबीज व्यक्तींच्या संख्येंत १ : २ हें प्रमाण सरासरी आहे, हें मेंडेलच्या लक्षांत आलें. प्रस्तुत लेखकानें आपल्या वर्गांत वर्षानुवर्ष येणाऱ्या विद्यार्थ्यांच्या नव्या तुकडयांपुढे हे आकडे ठेवून त्या आकडयांत कांही प्रमाणबद्धता असल्यास ती शोधून काढण्याची त्यांना संधि देऊन पाहिली आहे. मेंडेलचा शोध पुन्हा स्वतंत्रपणें करण्याचें श्रेय मिळविण्याच्या या संधीचा उपयोग, आतापर्यंत २०० च्या वर विद्यार्थ्यांनी प्रयोग केला त्यांपैकी कोणीही करूं शकला नाही, यावरून मेंडेलची बुद्धिमत्ता अलौकिक होती हें सिद्ध होतें. असो, मेंडेलला आलेल्या प्रयोगांतील अनुभवांची या सांख्यिक प्रमाणबद्धतेवरून त्याने उपपत्ति बसविली ती अशी:—

१. व्यक्तींत दिसून येणारा प्रत्येक गुण उत्पन्न करणारा असा एक 'कारक' तिच्यांत असतो.
२. संयुक्त पिंडांत आणि त्यापासून उद्भवणाऱ्या सर्व दैहिक पेशींत परस्पर विरुद्ध, वैकल्पिक गुणाच्या जोडींतील दोनही गुणांचे कारक एकत्र पण एकमेकांशीं न मिसळतां वास करितात; कारकांच्या जोडीपैकी एक 'प्रभावी' असून तो दुसऱ्या 'दलित' कारकास दृश्य होऊं देत नाही.
३. पिंडोत्पादनाचे वेळीं दैहिक पेशींत एकत्र वास करीत असलेल्या दोनही वैकल्पिक गुणांच्या कारकांचा विश्लेप (पृथक्-भवन) होऊन त्यांपैकी एकेकच एकेका पिंडांत (लिंगविशिष्ट पेशींत) प्रवेश करतो. म्हणजे पिंड हे नेहमींच असंकीर्ण (शुद्धगुणी) असतात.
४. वैकल्पिक गुणांचे कारक वाहणारे नरपिंड व स्त्रीपिंड संख्येने जवळजवळ सारखे असतात.

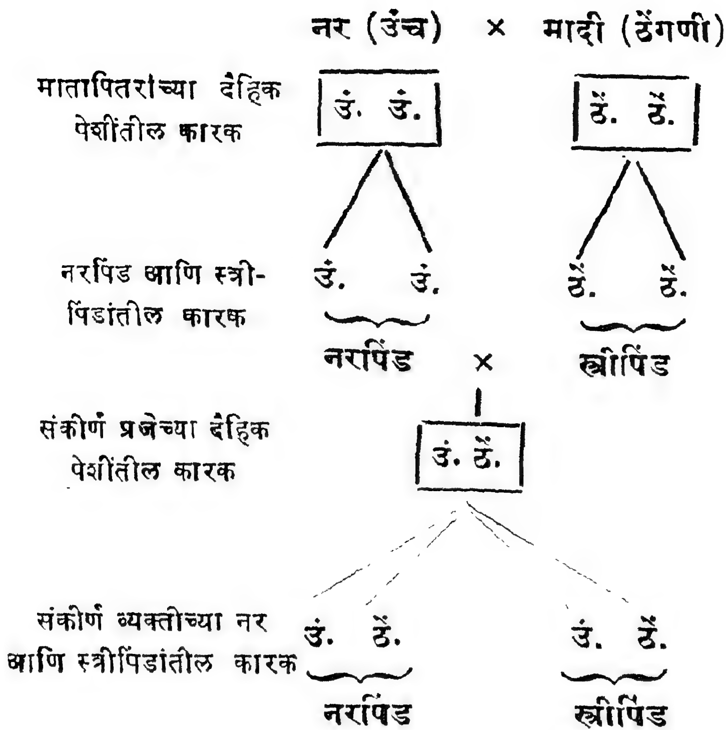
९. नरपिंडाचा आणि स्त्रीपिंडाचा संयोग सर्वस्वी यदृच्छया होत असतो; म्हणजे कोणत्याही नरपिंडाचा कोणत्याही स्त्रीपिंडाशीं संयोग होण्याचा संभव सारखाच असतो.

आता या उपपत्तीशीं मेंडेलच्या प्रयोगांत आलेला अनुभव आणि आकडे कसे जुळतात तें आता दाखवूं.

मूळच्या उंच आणि ठेंगण्या व्यक्ति शुद्धबीज असल्याने त्यांच्या शरीरांत त्यांच्या दोन पितरांकडून आलेले दोन कारक एकाच जातीचे असतात. म्हणून मूळच्या जोडींतील उंच व्यक्तींत दोन्ही कारक प्रभावी आणि दुसऱ्या व्यक्तींत दोन्ही कारक दलित जातीचे असतात. पिंडोत्पादनप्रसंगीं उंच व्यक्तीच्या प्रत्येक नर आणि स्त्रीपिंडांत एक एक कारक जातो तो प्रभावी गुणकारक असतो. याच्या संयोगाने उत्पन्न झालेल्या संयुक्त पिंडांत आणि त्यापासून उद्भवणाऱ्या व्यक्तींत उंचपणाचे आणि ठेंगणेपणाचे कारक एकत्र, पण परस्परांशीं न मिसळतां, वास करितात. अशा व्यक्तीच्या पिंडोत्पादनप्रसंगीं हे वैकल्पिक गुणांचे कारक निरनिराळ्या पिंडांत पृथक्पणें शिरतात. वैकल्पिक गुणांचे कारक वाहणारे, या संकीर्ण व्यक्तीपासून उत्पन्न होणारे, नर आणि स्त्रीपिंड संख्येने सारखे असल्याने आणि त्यांचे संयोग यदृच्छेने होत असल्याने त्यांचे चार प्रकारचे संयोगच संभवनीय आहेत. (आ० ४४)

१. उंचपणाचा कारक वाहणारा नरपिंड उंचपणाचा कारक वाहणाऱ्या स्त्रीपिंडाशीं संयोग पावेल आणि प्रजा उंच (शुद्धबीज) होईल.

किंवा २. उंचपणाचा कारक वाहणारा नरपिंड ठेंगणेपणाचा कारक वाहणाऱ्या स्त्रीपिंडाशीं संयोग पावेल आणि प्रजा उंच (अशुद्धबीज) होईल.



संकीर्ण व्यक्तीपासून उद्‌भवणाऱ्या स्त्रीनरपिंडांचे संभवनीय संयोग आणि त्यापासून होणाऱ्या प्रजेचें स्वरूपः—

(१)	उंच	नरपिंड	× उंच	स्त्रीपिंड	=	उंच प्रजा
(२)	,,	,,	× ठेंगणा	,,	=	,, ,,
(३)	ठेंगणा	,,	× उंच	,,	=	,, ,,
(४)	,,	,,	× ठेंगणा	,,	=	ठेंगणी प्रजा.

(आकृति ४४)

उंच वाटाणा (नर) आणि ठेंगणा वाटाणा (मादी) यांच्यामधील संकरांत घडून येणाऱ्या प्रकाराचें स्पष्टीकरण.

किंवा ३. ठेंगणेपणाचा कारक वाहणारा नरपिंड उंचपणाचा कारक वाहणाऱ्या स्त्रीपिंडाशीं संयोग पावेल आणि प्रजा उंच (अशुद्धबीज) होईल.

किंवा ४. ठेंगणेपणाचा कारक वाहणारा नरपिंड ठेंगणेपणाचा कारक वाहणाऱ्या स्त्रीपिंडाशीं संयोग पावेल आणि प्रजा ठेंगणी (शुद्धबीज) होईल.

आणि हे संयोग यदृच्छेने होत असल्यामुळे त्या प्रत्येकाची संख्या सारखीच होईल म्हणजे दर १०० संयोगांत २५ नं. १ सारखे २५ नं. २ सारखे, २५ नं. ३ सारखे आणि २५ नं. ४ सारखे होतील.

ठेंगण्या झाडांत ठेंगणेपणाच्या कारकाशिवाय दुसरा कारक नसल्याने ते नेहमी शुद्ध बीजासारखेच वागणार. पण उंच प्रजेपैकी एक तृतीयांशांत उंचपणाचे दोन कारक असतात, आणि दोन तृतीयांशांत उंचपणाचा एक प्रभावी कारक आणि ठेंगणेपणाचा एक दलित कारक असतो म्हणून त्यांचा उंचपणा अशुद्ध स्वरूपाचा असतो. पण अशा व्यक्ति बाह्यात्कारीं उंच दिसतात म्हणून हें प्रमाण उंच : ठेंगणें=३:१ असें पडतें. अशुद्धबीज उंचाची प्रजा त्याच्या जनक संकीर्ण व्यक्तीच्याप्रमाणेंच एक चतुर्थांश शुद्धबीज उंच, एक चतुर्थांश शुद्धबीज ठेंगणी व अर्धी अशुद्धबीज उंच या स्वरूपाची होईल. अशा रीतीने मेंडेलच्या प्रयोगांतील सर्व घटनांचा सुसंगत खुलासा होतो.

मेंडेलने आणखीही प्रयोग केले. त्यांमध्ये दोन दोन वैकल्पिक गुणांच्या जोडयांच्या बाबतींत एकमेकांपासून निराळ्या असणाऱ्या वाटाण्याच्या जातींत संकर करून पाहिला आणि संकीर्ण प्रजेपासून स्वाभाविक, स्वकृतफलनापासून (म्हणजे त्याच फुलांतील परागाकडून त्याच फुलांतील स्त्रीकेसरांचे फलनापासून) झालेल्या पिढींत त्या दोन वैकल्पिक गुणांच्या जोडयांतील चार गुणांची अपत्यांमध्ये कशी

वाटणी होते तें पाहिलें. उदाहरणार्थ, वाटोळें आणि पिवळ्या डाळिंब्याचें बी असलेल्या वाटाण्याच्या जातीचा सुरकुतलेलें आणि हिरव्या डाळिंब्याचें बी असलेल्या जातीचा संकर केला असतां संकीर्ण प्रजेंत सर्व व्यक्ती वाटोळ्या आणि पिंवळ्या डाळिंब्यांच्या निघाल्या. हे दोन्ही गुण 'प्रभावी' असल्यामुळे हा परिणाम अपेक्षितच होता. पुढे या संकीर्ण प्रजेपासून निघालेल्या पौत्रीय पिढींत वैकल्पिक गुणांचे अनेक संयोग आणि विनिमय झालेले आढळून आले. ते आणि त्यांचें परस्परांशीं सांख्यिक प्रमाण खालीलप्रमाणें होतें.

वाटोळें, पिवळ्या डाळिंब्याचें	:	वाटोळे, हिरव्या डाळिंब्याचें	:	सुरकुतलेलें पिवळें	:	सुरकुतलेलें हिरवें
९	:	३	:	३	:	१

यांत दोन नवे गुणसंयोग (वा. हि. आणि सु. पि.) घडून आलेले दिसले. मेंडेलने आपल्या पहिल्या उपन्यासांत यावरून आणखी एक कल्पना घातली, ती ही की निरनिराळ्या वैकल्पिक गुणांच्या जोडींतील गुणांचे कारक हे परस्परांशीं अगदी स्वतंत्रपणें पिंडोत्पादनप्रसंगीं संयोग किंवा वियोग पावूं शकतात. मात्र एकाच वैकल्पिक गुणांच्या जोडींतील दोन्ही कारक एकाच पिंडांत केव्हांही वास करूं शकत नाहीत. वरील उदाहरणांत वाटोळेपणा आणि सुरकुतलेपणा आणि पिवळेपणा व हिरवेपणा अशा वैकल्पिक गुणांच्या जोडया आहेत. आता पिंडांत (लिंगविशिष्ट पेशींत) पिवळेपणाचे आणि हिरवेपणाचे कारक एकत्र वास करूं शकत नाहीत. तसेच वाटोळेपणा आणि सुरकुतलेपणा यांचे कारकही एकत्र राहूं शकत नाहीत. पण एकाच पिंडांत वाटोळेपणाचा कारक वैकल्पिक गुणांच्या दुसऱ्या जोडींतील पिवळेपणाच्या कारकाच्या किंवा हिरवेपणाच्या कारकाच्या संगतींत राहण्यास कांहीं हरकत नाही. म्हणजेच निरनिराळ्या जोडयांतील गुणांचे कारक पिंडोत्पादनप्रसंगीं परस्पराशीं स्वतंत्रपणें वागतात. या कल्पनेप्रमाणें

वा. पि. × सु. हि. या संकरापासून प्राप्त झालेल्या वा. पि. व्यक्ति अनुहरणदृष्ट्या वा. सु. पि. हि. या घटनेची असून (म्हणजे तिच्या प्रत्येक दैहिक पेशींत हे कारक असून) तिचे पिंड मात्र या गुणांचे बाबतींत चार आणि चारच प्रकारचे असतील; ते असे–

| वा. पि. | वा. हि. | सु. पि. | सु. हि. |

पुढे दिलेले आणखी दोन संभवनीय संयोग पिंडाच्या गृहीत शुद्धबीजत्वामुळे अशक्य होतात.

| वा. सु. | पि. हि. |

नंतर या चार जातींच्या पिंडांमध्ये यदृच्छया संयोग झाले तर आणि प्रभावी कारकांच्या संगतींत दलित कारक संयुक्त पिंडांत किंवा त्यापासून झालेल्या दैहिक पेशींत आले तर त्यांचा दृश्य परिणाम दिसत नाही हें ध्यानांत ठेविलें तर अशा दोन गुणयुग्मांच्या बाबतींत संकीर्ण असलेल्या व्यक्तींच्या प्रजेंत गुणसंयोग आणि गुणविनिमय वर लिहिल्याप्रमाणें आणि त्या सांख्यिक प्रमाणांत होतील हें थोडयाशा गणिताने दिसून येईल.

या विषयाचा पुढे विस्तार करतां येत नाही. पण मेंडेलच्या या उपन्यासाचें आधुनिक अनुहरणशास्त्रांत किती महत्त्व आहे याचें थोडें दिग्दर्शन करणें जरूर आहे.

मेंडेलचे स्वतःचे प्रयोग आधुनिक वनस्पतिशास्त्रज्ञांनी पुन्हा करून पाहिले आणि त्याच्या अनुभवाची सत्यता पटवून घेतली. आणि दुसऱ्या असंख्य वनस्पतींवर त्याच रीतीने प्रयोग करून मेंडेलचा उपन्यास हा बहुतांशीं सगळीकडे लागू आहे असें दाखवून दिलें. इतकेंच नव्हे तर तोच उपन्यास प्राण्यांच्या गुणानुहरणाच्या

बाबतींत तंतोतंत लागू पडतो असें प्राणिविषयक प्रयोगांवरून दिसून आलें. मेंडेलच्या या उपन्यासावरच हल्लीचें प्रयोगप्रधान अनुहरण-शास्त्र रचलें गेलें आहे. मनुष्य प्राण्याच्या बाबतींतही हा उपन्यास लागू पडतो हें आढळून आलें आहे आणि त्यावरून 'सुप्रजाजनन-शास्त्र' ही अनुहरणशास्त्राची एक समाजशास्त्रज्ञांस उपयोगी पडणारी उपशाखा उद्भवली आहे.

मेंडेलच्या उपन्यासाच्या तपशिलांत कांही फेरफार गेल्या तीस पस्तीस वर्षांच्या संशोधनाने सुचविण्यांत आले आहेत व कांही थोडया गुणांचें अनुहरण त्या उपन्यासाच्या साहाय्याने न समजण्यासारखें आहे. तरी आधुनिक अनुहरणशास्त्राचा मूलभूत उपन्यास म्हणून त्याचें महत्त्व निर्विवाद आहे. शिवाय त्याच्या स्फूर्तीने पेशीशास्त्रज्ञांनी पेशींतील रंज्यधारक आणि त्यांचा गुणानुहरणाशीं संबंध याविषयीं जें नेटाने संशोधन चालविलें आहे त्याने या कुतूहलपूर्ण गूढ विषयावर पुष्कळ प्रकाश पडला असून आणखीही पडेल असा भरवसा आहे.

प्रकरण सहावें

वनस्पतींचा जीवनार्थ कलह

आतापर्यंत वनस्पतींचें बाह्यरूप, अंतर्रचना आणि जीवन-व्यापार यांचें जें वर्णन येऊन गेलें त्यावरून वनस्पतिसृष्टींत या सर्व बाबतींत बरीच विविधता आहे हें वाचकांच्या लक्षांत आलें असेल. या विविधतेचा अर्थ काय आणि ती कोणत्या कारणाने उत्पन्न झाली असावी असे प्रश्न सहज उद्भवतात. 'ही सर्व ईश्वरी लीला आहे' हें असल्या प्रश्नाचें शास्त्रीय उत्तर नव्हे, कारण शास्त्राचा उद्देश होतां होईल तोंपर्यंत वस्तु किंवा परिणाम यांचा कार्यकारण संबंध शोधून काढावयाचा असतो. या दृष्टीने विचार करितां असें लक्षांत

येईल की प्रत्येक जीवाची, मग तो प्राणी असो वा वनस्पति असो, रूपविविधता आणि जीवनव्यापाराची सर्व धडपड ही मुख्यतः दोन उद्देश साधण्यासाठी असते. एक आत्मसंरक्षण (किंवा व्यक्ति-संरक्षण) आणि दुसरा जातिसंरक्षण.

सृष्टींत व्यक्तींचा जीव शाबूत ठेवणें ही गोष्ट किती कठीण आहे हें जीवास अपायकारक अशा गोष्टींची—अन्नपाणी, हवा वगैरेंचा अभाव, जीवांचा परस्पर भक्ष्यभक्षक संबंध वगैरे—किती रेलचेल आहे याचा विचार क्षणभर केल्यास लक्षांत येईल. पण वनस्पतींच्या निरनिराळ्या जातींमध्ये 'जीवनार्थ कलह' असतो आणि त्यांत कांही जातींचा पराभव किंबहुना नाश होणें शक्य आहे आणि म्हणून व्यक्तिसंरक्षणाच्या आणि जातिसंरक्षणाच्या योजना (रूपविविधता आणि जीवनव्यापारविविधता) या वनस्पतींना प्राण्यांइतक्याच महत्त्वाच्या आहेत हें पटण्यास वनस्पतींत चालू असले-ल्या जीवनार्थ कलहाची थोडी कल्पना करून देणें आवश्यक आहे.

'जीवनार्थ कलह' या शब्दयोजनेचें औचित्य प्राण्यांच्या बाबतींत जसें सहज पटतें तसें तें वनस्पतींच्या बाबतींत पटत नाही. कारण सामान्य प्राण्यांमध्ये चालू असलेला हा कलह धावपळ, मारामारी, शिकार, रक्तपात इत्यादि प्रकारांत स्पष्ट दिसून येतो; पण वनस्पति बहुधा एका जागींच स्थिर स्थितींत आपला जन्म काढीत असतात, आपली जागा सोडून दुसऱ्या स्वजातीय वनस्पतीशीं त्या प्रत्यक्ष रीतीने मारामारी किंवा लढाई करीत असलेल्या दिसत नाहीत. तेव्हा वनस्पतींतील जीवनार्थ कलह याचा अर्थ काय, हा प्रश्न कोणाच्या मनांत आला तर त्याचें आश्चर्य वाटणार नाही. या प्रक-रणांत या प्रश्नाचें उत्तर देण्याचें योजिलें आहे.

जीवनार्थ कलहाचें एक मुख्य चिन्ह म्हणजे त्यामध्ये होणारा प्राणनाश होय. हा प्राणनाश ज्यांच्याशीं कलह चाललेला असतो

त्यांच्याकडून झालेल्या प्रत्यक्ष आघातामुळे असो किंवा एखाद्या मर्यादित जागेत मिळणाऱ्या जीवनसामग्री (राहण्यास जागा, पोषणास अन्न, स्वतःच्या व संततीच्या रक्षणाकरितां तरतुदी वगैरे) मुळें असो, दोहोंचें कारण प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने चालू असलेला जीवनार्थ कलहच होय. मानवी समाजाचें उदाहरण घेतलें तर मारामारी व लढाई या प्रत्यक्ष जीवनार्थ कलह दर्शवितात. आणि एका वर्गाने, समाजाने किंवा राष्ट्राने दुसऱ्या वर्गाचा, समाजाचा किंवा राष्ट्राचा युक्तीने किंवा जुलमाने फायदा घेऊन त्यापासून स्वतःचें जीवित कोणत्याही प्रकाराने अधिक सुखाचें करण्याचा प्रयत्न केला तर तें अप्रत्यक्ष जीवनकलहाचें उदाहरण होईल. पहिल्या प्रकारांत होणारा प्राणनाश तावडतोब लक्षांत येतो. दुसऱ्या प्रकारांत होणारा प्राणनाश अप्रत्यक्ष असल्यामुळे सहज लक्षांत येत नाही. तथापि भांडवलवाले व कामकरी वर्ग, पुढारलेला समाज व मागासलेला समाज, जेतें राष्ट्र व जित राष्ट्र, यांच्यामधील परस्परसंबंधांस त्यांमध्ये प्रत्यक्ष प्राणहानि सहसा होत नसली तरी जीवनार्थ कलह हें नांव देणें तात्त्विक दृष्ट्या बरोबर होईल. वनस्पतींत मुख्यतः हा दुसरा म्हणजे अप्रत्यक्ष जीवनकलह दिसून येतो पण जीवनकलहाच्या प्रत्यक्ष प्रकाराचीं उदाहरणें त्यांच्यामध्ये मुळीच आढळत नाहीत असें मात्र नाही.

वनस्पतींतील अप्रत्यक्ष जीवनार्थ कलहाचें स्वरूप लक्षांत येण्यास रेल्वे, विहिरी वगैरे बांधतांना खोदकामामुळे उघडया पडलेल्या जमिनीचें तिच्या मूळच्या वनस्पतिरहित स्थितीपासून ती पुढे निरनिराळ्या वनस्पतींनी आच्छादित होईपर्यंत निरीक्षण करावें. अशा उघडया पडलेल्या जमिनीच्या पृष्ठभागावर अनेक जातींच्या वनस्पतींचीं बीजें वाऱ्याने, पाण्याने किंवा पशुपक्ष्यांकरवीं वाहिलेलीं येऊन पडतात. ह्या नवीन सापडलेल्या रिकाम्या प्रदेशावर वसाहत करून तो आपल्या अमलाखाली ठेवण्याकरितां जणू काय या निरनिराळ्या

वनस्पति टपून बसलेल्या असतात व त्यांच्यामध्ये चढाओढ (कलह) सुरू होते. या कलहांत मारामारी, रक्तपात किंवा दंगाधोपा दिसला नाही तरी त्याची तीव्रता खास कमी नसते व जीवनकलहाचें मुख्य चिन्ह जो प्राणनाश तो अशा ठिकाणीं मुबलक आढळतो. असा नवीन प्रदेश अगदी खडकाळ असेल तर त्यावर येऊन पडणाऱ्या किती तरी वनस्पतींच्या बिया न रुजतांच मरून जातात किंवा पशु-पक्ष्यांच्या भक्ष्यस्थानीं पडतात. त्यांतील कांही कदाचित् चुकून रुजल्याच तर जमिनीच्या खडकाळपणामुळे त्यांपासून निघणारीं कितीतरी रोपटीं बाल्यावस्थेंतच योग्य भूमीच्या व अन्नपाण्याच्या अभावीं मरून जातात. म्हणून अशा जागीं मऊ जमीन व तींत मुरलेलें पाणी यांवर सर्वस्वी अवलंबून असणाऱ्या उच्च वर्गांतील सपुष्प वनस्पतींची वस्ती तेथें बरींच वर्षें होऊं शकत नाही. उलटपक्षीं दगडफूल, शेवाळ या जातीच्या सूक्ष्म वनस्पति तेथें वाढूं शकतात व प्रथमतः अशाच वनस्पतींचा अशा ठिकाणीं फैलाव होतो. कांही काळानंतर खडकावर हवेचा, पाण्याचा व त्यावरील दगडफुलासारख्या वनस्पतीपासून निघणाऱ्या द्रावांचा परिणाम होऊन तेथें थोडी माती तयार होते. अशा मऊ झालेल्या खडकांवर निरनिराळया जातींचीं शेवाळीं, राजहंस (फर्न्स) वगैरे अपुष्प वनस्पतींना वाढण्यास अवसर मिळतो. खडकांत कांही भेगा कोणत्याही कारणाने पडलेल्या असल्या तर अशा ठिकाणीं कांही खोलपर्यंत जाणाऱ्या मुळांच्या सपुष्प वनस्पति (गवतें वगैरे) वाढूं शकतात. या सर्व वनस्पतींच्या सामुदायिक खटपटीने पुढे कालांतराने मूळ खडकाच्या पृष्ठभागावर भुसभुशीत व सुपीक जमिनीचा एक थर निर्माण होतो, व अशा जमिनीवर शेवटीं त्या प्रदेशांतील हवापाणी योग्य असेल तर व वनस्पतींची वाढ स्वाभाविकपणें होत गेली तर पुढे एक दाट जंगलसुद्धा उत्पन्न होईल.

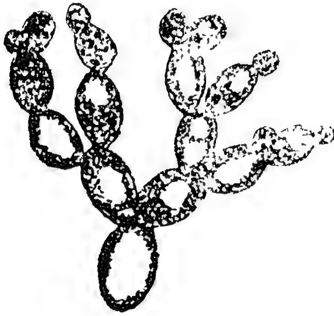
हें जंगलाच्या उत्पत्तीचें चित्र काल्पनिक नसून या तऱ्हेचीं स्थित्यंतरें ज्वालामुखीच्या स्फोटानें उध्वस्त झालेल्या क्राकाटोआ, सांबावा वगैरे प्रदेशांत प्रत्यक्ष घडून आलेलीं आहेत. सांबावावरील तांबोरो नांवाच्या ज्वालामुखीचा इ. स. १८१५ मध्यें स्फोट होऊन त्यावरील सर्व झाडी साफ नाहीशी झाली होती पण त्याच ठिकाणीं इ. स. १८७४ मध्यें पायथ्यापासून शिखरापर्यंत घनदाट जंगल निर्माण झालेलें आढळलें; पण तें होईपर्यंत व झाल्यानंतर सुद्धा दरवर्षीं जागेच्या व योग्य परिस्थितीच्या अभावीं या जीवनकलहांत मरून जाणाऱ्या वनस्पतींची संख्या कोटी, अब्ज, अमल्या मापांनी मोजण्यासारखी असेल. वडाच्या प्रत्येक फळांत किंवा निरनिराळ्या जातीच्या शेंगांत किंवा बोंडांत किती असंख्य बिया असतात व अशीं फळें, शेंगा व बोंडें दर झाडावर दरवर्षीं किती होतात यांचा विचार करावा. या बियांपैकी प्रत्येक बीपासून एक एक झाड होणें संभवनीय आहे; असें असतां वडाच्या किंवा इतर झाडांची संख्या वर्षानुवर्ष सामान्यतः कायम असते. निदान बिया ज्या प्रमाणांत उत्पन्न होतात त्या मानानें त्यांच्या संख्येंत फारशी वाढ झालेली दिसत नाही. या गोष्टीवरून वनस्पतींच्या चढाओढींत किती मोठ्या प्रमाणावर प्राणनाश होत असतो हें लक्षांत येईल.

उलटपक्षीं ही चढाओढ नसली तर एकाच झाडापासून किती संतति निघणें शक्य आहे याची कल्पना होण्यास पुण्याच्या शेतकी कॉलेजांतील प्रोफेसर विनायकराव गोखले यांनी भाताच्या पिकांवर केलेल्या प्रयोगांमध्यें मिळालेल्या माहितीचा उपयोग होईल. त्यांच्या एका प्रयोगांत भाताच्या एका दाण्यापासून निघालेल्या रोपास मुबलक जागा व खत दिलें असतां त्याची वाढ किती होईल व एका दाण्यापासून जास्तींत जास्त किती दाणे निघतील, तें पाहावयाचें होतें. या हेतूनें भाताचीं रोपें एकमेकांपासून १० फुटांच्या अंतरावर लाविलीं

होतीं व त्यांना योग्य खत भरपूर दिलें होतें. अशा उत्तम परिस्थितींत असें आढळून आलें की प्रत्येक रोपापासून व त्याच्या पिलावळीपासून (त्यापासून निघालेल्या फांद्यांपासून) सरासरी ११९ भाताचीं कणसें निघतात व प्रत्येक कणसांत सरासरी ३०० दाणे असतात. तेव्हा एका भाताच्या दाण्यापासून एका वर्षांत उत्पन्न होणाऱ्या संततीची संख्या योग्य परिस्थिति मिळाली असतां ३५७०० होऊं शकेल. दुसऱ्या झाडाशीं चढाओढ, किंवा प्राण्याशीं खाद्य असा संबंध नसता व प्रत्येक दाण्यापासून होणारें भाताचें झाड त्याच प्रमाणांत संतति उत्पादन करूं शकलें असतें तर फारच थोडया वर्षांत पृथ्वीवर जिकडे तिकडे भाताशिवाय दुसरें कांहीच दिसलें नसतें. या एका उदाहरणावरून पृथ्वीवरील असंख्य प्राणी व वनस्पति यांच्या संततीचा केवढया प्रमाणावर नाश होत असला पाहिजे हें लक्षांत येऊन 'जीवनार्थ कलह' या शब्दप्रयोगाचें औचित्य कबूल करावें लागेल.

प्राण्यांमधील जीवनार्थ कलहाचें दुसरें दृश्य स्वरूप म्हणजे 'जीवो जीवस्य जीवनम्' या न्यायाने पुष्कळ प्राण्यांचा परस्पर संबंध भक्ष्य आणि भक्षक असा असतो हें होय. तसाच सर्व प्राण्यांचा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने वनस्पतींशीं भक्षक आणि भक्ष्य असा संबंध येतोच. पण आश्चर्याची गोष्ट ही आहे की वनस्पतिवनस्पतींतही या तऱ्हेचा भक्ष्यभक्षक संबंध पुष्कळदा दिसून येतो. वनस्पतींत परोपजीवी वनस्पतींचीं पुष्कळ उदाहरणें आढळतात. त्यांपैकी कांही दुसऱ्या आयत्या मेलेल्या वनस्पतींवर वाढतात (शवोपजीवी Saprophytic) तर कांही जिवंत वनस्पतींवर आपली उपजीविका करितात (जीवोपजीवी Parasitic). अळिंबवर्ग (Fungi) व जंतुवर्ग (Bacteria) या दोहोंमध्ये या दोन्ही तऱ्हेच्या असंख्य वनस्पति आहेत. खाद्य पदार्थ आंबविणारें

किण्वबीज (yeast) (आ. ४९), कुजलेल्या लाकडावरील अळिंबें (कुत्र्याच्या छत्र्या) व ज्वारीवरील काजळी रोग, गव्हावरील तांबेरा रोग किंवा द्राक्षांवरील भुरी रोग उत्पन्न करणाऱ्या सूक्ष्म वनस्पति, या निदान त्यांच्यापासून होणाऱ्या नुकसानीमुळे पुष्कळांना माहीत असतील. निरनिराळ्या जातींच्या झाडांवर वाढून शेवटीं त्यांचा नाश करणारीं बांडगुळें, 'अमरवेल' किंवा 'निमोळी' या नांवाची दुसऱ्या झाडांवर वाढणारी वेल; ज्वारी. ऊस वगैरे पिकांच्या मुळांवर वाढणारी टवळी किंवा टारफुला नांवाची वनस्पति, हीं सपुष्प वनस्पतिवर्गांतील जीवोपजीवी वनस्पतींचीं उदाहरणें होत.


(आकृति ४५)

किण्वबीज अथवा खाद्यपदार्थ आंबविणारी अळिंब वर्गांतील (भूछत्र वर्गांतील) वनस्पति. ही एकपेशीमय असून पेशीविभजन-क्रियेने तिची झपाट्याने पुनरुत्पत्ति होते. याप्रमाणें एका पेशीपासून उत्पन्न झालेल्या अनेक पेशी असून एकमेकींस चिकटून राहिलेल्या चित्रांत दाखविल्या आहेत.

वनस्पती वनस्पतींना खातात एवढेंच नव्हे तर कांहीं वनस्पति प्राण्यांनाही आपल्या भक्षस्थानीं ओढतात. प्र. ३ मध्यें मांसाहारी वनस्पतींचीं कांहीं उदाहरणें दिलीं आहेत. पण जंतुवर्गांतील (Bacteria) अनेक वनस्पति मनुष्य व इतर लहान मोठे प्राणी यांच्या शरीरावर आपली उपजीविका करितात व त्यांच्यांत, प्लेग, महामारी, धनुर्वात अशा तऱ्हेचे भयंकर रोग उत्पन्न करितात हें अलीकडे पुष्कळांना ठाऊक झालें आहे. या वनस्पतींनाही प्राणिभक्षक वनस्पति हें नांव अगदी योग्य होईल.

वरील विवेचनावरून वनस्पतींतील 'जीवनार्थ कलह' प्राण्यांमधील जीवनार्थ कलहाच्याच स्वरूपाचा आहे हें सिद्ध होईल. या कलहांत यशस्वी होणाऱ्या जातींची भरभराट होते व त्यांत मागे पडणाऱ्या जातींचा ऱ्हास होतो. वनस्पतिवर्गाच्या इतिहासांत देखील मानवी इतिहासांतल्याप्रमाणें कांही घराण्यांचा उत्कर्ष व कांहींचा ऱ्हास होत आलेला आहे असें पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील खडकांमध्ये सापडणाऱ्या वनस्पतींच्या ठशांच्या, अश्मीभूत (दगड झालेल्या) भागांच्या अभ्यासाने कळून येतें (आ० ४६). हा अभ्यास वनस्पतिशास्त्राचा एक स्वतंत्रच भाग जाहला आहे, त्याला Paleo-Botany (प्राचीन वनस्पतिविचार) हें नांव दिलें आहे.*



खडक फोडतांना दृष्टीस आलेले पानांचे ठसे आणि अवशेष.

* लखनौ युनिव्हर्सिटींतील वनस्पतिशास्त्राचे मुख्याध्यापक डॉक्टर बिरबल साहनी यांनी प्राचीन वनस्पतींविषयीं बरेंच महत्वाचें संशोधन

[पुढील पानावर चालू]

डार्विनच्या प्रसिद्ध उत्क्रान्तितत्त्वाप्रमाणें हल्ली उपलब्ध असलेल्या प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या निरनिराळया जाती या प्रत्येकीं स्वतंत्र रीत्या निर्माण झाल्या नसून मूळच्या एका किंवा थोडया जातींपासून त्यांच्यामध्ये काळाच्या ओघांत वेळोवेळीं बदललेल्या परिस्थितीप्रमाणें फरक होऊन बनलेल्या आहेत. ज्याप्रमाणें मानवी व्यवहारांत आपल्या परिस्थितीला अनुरूप असा आपल्या आचारविचारांत फेरफार न करणारा माणूस मागे पडतो व तसे फेरफार करणारा पुढे जातो त्याप्रमाणेंच उत्क्रान्तितत्त्वाप्रमाणें प्राणी व वनस्पति यांच्यामध्ये फरक होत गेले असून जुन्या जातींच्या जागीं नवीन जाती उत्पन्न झाल्या आहेत व पुढे होतील. जीवनार्थ कलहांत पुढे कोण जाईल व मागे कोण राहील हें त्या परिस्थितींत जरूर असलेले फेरफार होणें न होणें यावर अवलंबून राहील.

वनस्पतींतील व्यक्तिसंरक्षणाच्या योजना

सजीवपणाचें एक लक्षण म्हणजे संवेदनेच्या योगाने होणारें परिस्थितिज्ञान. हें प्राण्यांमध्ये जितकें स्पष्टपणें दिसून येतें तितकें वनस्पतींत दिसून येत नाही. आपल्या नेहमी पाहण्यांत येणारे प्राणी उत्क्रान्तिदृष्टया बरेच उच्च कोटींतले असतात. त्यांच्यामध्ये संवेदनाशक्तीची वाढ बरीच झालेली असते. त्यामुळे त्यांच्यांत बुद्धि हा एक संवेदनेचा विशिष्ट प्रकार कमीअधिक प्रमाणांत उत्पन्न झालेला असतो. या बुद्धीच्या योगाने वरिष्ठ कोटींतील प्राणी आपलें स्वतःचें

[मागील पानावरून चालू]

केलें आहे. त्यांच्या संशोधनाच्या योग्यतेमुळेच १९३६ सालीं त्यांना इंग्लंडांतील दुसऱ्या चार्ल्स राजाच्या वेळीं स्थापण्यांत आलेल्या रॉयल सोसायटी नांवाच्या जगन्मान्य विद्वत्संस्थेचे सभासद निवडून येण्याचा मान मिळाला.

रक्षण (व्यक्तिसंरक्षण) व स्वतःच्या जातीचें रक्षण (जातिसंरक्षण) करण्याचा प्रयत्न करीत असतात.

अशा प्राण्यांकडून व्यक्तिसंरक्षणाकरितां योजिल्या जाणाऱ्या युक्त्या सर्वांच्या परिचयाच्या आहेत. त्यांना ऊन लागलें तर ते सावलींत जातील. तहान लागली तर पाणी पितील. कोणी शत्रू मागे लागेल तर पळून जातील किंवा दडून बसतील. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे परिस्थितींत जो फरक होईल त्याला योग्य असा आपल्या स्वतःच्या शरीरांत व वागणुकींत जरूरीप्रमाणें तात्पुरता किंवा कायमचा बदल करून ते आपल्या जीवाचें रक्षण करण्याच्या खटपटींत असतात. नीच कोटींतील प्राण्यांमध्ये व वनस्पतींमध्ये या तऱ्हेचे स्वजीवसंरक्षणार्थ बुद्धिपुरःसर केलेले प्रयत्न दिसत नाहीत, म्हणून आपण त्यांना 'निर्बुद्ध' म्हणतों. पण जीवशास्त्राचा असा एक सार्वत्रिक नियम आहे की बुद्धिपुरःसर असो वा कसेंही असो, एकंदरींत पाहतां परिस्थितीशीं जुळते असे शरीराच्या रचनेमध्ये किंवा स्थितीमध्ये किंवा जीवनव्यापारामध्ये फरक घडून आल्याशिवाय कोणत्याही जीवास त्या त्या विशिष्ट परिस्थितींत चिरकाल जिवंत राहणें शक्य नाही. वनस्पतीही या नियमास अपवाद नाहीत. 'निर्बुद्ध' म्हणून मानलेल्या वनस्पतींनी भिन्न भिन्न परिस्थितींत स्वजीवसंरक्षणार्थ उपयोगांत आणिलेल्या कांही युक्त्यांचें वर्णन या लेखांत करूं.

व्यक्तिसंरक्षणाकरितां मुख्य जरूरीची गोष्ट म्हणजे अन्न. जीवाचें अधिष्ठान ज्या दृश्य पदार्थामध्ये असतें त्याला जीवनद्रव (प्रोटोप्लॅझम्) म्हणतात. जीवनव्यापार चालू असतांना या जीवनद्रवाची होणारी झीज भरून काढण्याकरितां अन्नाची जरूरी असते. सामान्यतः वनस्पतींची अन्नसामग्री त्यांना मुळांवाटे शोषिलेल्या पाण्यांतून व पानांवाटे आंत घेतलेल्या हवेंतून मिळते. या अन्नसामग्रीपासून अन्न तयार करण्याकरितां सूर्यप्रकाशांतील ओजाची

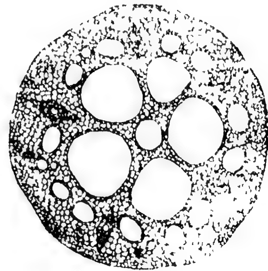
(ओज=शक्ति= Energy) जरूरी असते. शिवाय तयार झालेलें अन्न शरीराच्या निरनिराळ्या भागांस पोचविण्याकरितां पाण्याचीही अत्यंत जरूरी असते. थोडक्यांत सांगावयाचें म्हणजे वनस्पतींचें पोषण पाणी व सूर्यप्रकाश यांच्यावर मुख्यत्वेंकरून अवलंबून असतें.

आता पृथ्वीवरील निरनिराळ्या प्रदेशांत पाणी व प्रकाश या बाबतींत, विशेषतः पाण्याच्या बाबतींत, अत्यंत भिन्न अवस्था आढळून येतात. तलाव नद्या वगैरेंत पाणी पुष्कळ असतें तर सहारासारख्या वाळवंटांत तें फारच कमी असतें. बर्फाच्छादित हिमालयासारख्या पर्वतावर पाणी बर्फाच्या रूपांत असल्यामुळे त्याचा तेथील वनस्पतींना उपयोग करून घेतां येत नाही, तर खाड्यांच्या व समुद्रांच्या पाण्यांत क्षार फार असतात म्हणून त्या पाण्याचा उपयोग करणें वनस्पतींना मुष्किलीचें पडतें. डोंगराच्या माथ्यावरील किंवा सपाट मैदानांत वाढणाऱ्या झाडांना सूर्यप्रकाश भरपूर मिळतो, तर गुहेंत, विहिरीच्या बाजूला किंवा जंगलांतील उंच झाडांच्या दाट छायेंत वाढणाऱ्या झाडांना प्रकाश फारच बेताचा मिळतो. अशा भिन्न भिन्न परिस्थितींत वाढणाऱ्या वनस्पतींमध्ये त्या त्या परिस्थितीशीं टक्कर देण्यास योग्य असे फेरफार घडून आलेले दिसून येतात. आता त्यांचीं कांही उदाहरणें देऊं.

प्रथमतः वाळवंटांत ज्यांचें मूलस्थान किंवा स्वाभाविक वसति असते अशा झाडांचा विचार करूं. निवडुंग, कुत्तारफोड, घायपात, बाभूळ वगैरे झाडें या कोटींत येतात. त्या सर्वांच्या शरीररचनेंत कांही सारखेपणा दिसतो. त्यांचा वाळवंटांतील पाण्याचा दुष्काळ व हवेंतील कोरडेपणा यांच्याशीं संबंध असतो; तो असा. वाळवंटांतील जमिनींतील वरच्या थरांत पाण्याचा अभाव असतो. अशा ठिकाणीं झाडांना त्यांचीं मुळें जमिनींत बरींच खोल गेल्याशिवाय पाणी मिळावयाचें नाही. झाडांभोवतालची हवा कोरडी असल्यामुळे

झाडांच्या शरीरांतील पाणी हवेंत बाष्पीभवन किंवा बाष्पोच्छ्वास* या क्रियांच्या योगाने निघून जाण्याचा फार संभव असतो. म्हणून अशा झाडांत बाष्पीभवन किंवा बाष्पोच्छ्वास ज्यांच्या योगाने कमी जोरांत चालतील अशा योजना पाहिजेत; आणि वस्तुस्थितीही तशीच आहे. वाळवंटांतील झाडांमध्ये साधारणपणें वरच्या विस्ताराच्या मानाने पुष्कळच खोल जाणारीं मुळें, बाष्पीभवनास प्रतिबंध करणारी विशेष जाड त्वचा, पानांची संख्या व आकार लहान होण्याची किंवा पानांचें व लहान फांद्यांचें कांटयांमध्ये रूपांतर होण्याची प्रवृत्ति, जाड व रसरशीत पानें आणि बुंधे, अंतर्रचनेंत पाणी साठवून ठेवण्याकरितां विशेष योजना इत्यादि प्रकार सामान्यतः दिसून येतात.

याच्या उलट प्रकार पाण्यांत वाढणाऱ्या कमळ, शेवाळ वगैरे वनस्पतींत दिसून येतो. यांचीं पानें मोठीं असतात किंवा त्यांची संख्या मोठी असते, त्वचा पातळ असते, मुळें फार आखुड असतात किंवा मुळीच नसतात. अंतर्रचनेंत पाण्याऐवजी हवा साठवून ठेवण्याची व्यवस्था दिसून येते (आ. ४७).



आ० ४७ अंतर्रचनेंत हवा साठवून ठेवण्याची व्यवस्था.

पाण्यांत वाढणाऱ्या एका झाडाचा आडवा छेद येथे दाखविला आहे. वर्तुलाकार पोकळ्या ह्या हवा साठवून ठेवण्याच्या जागा होत.

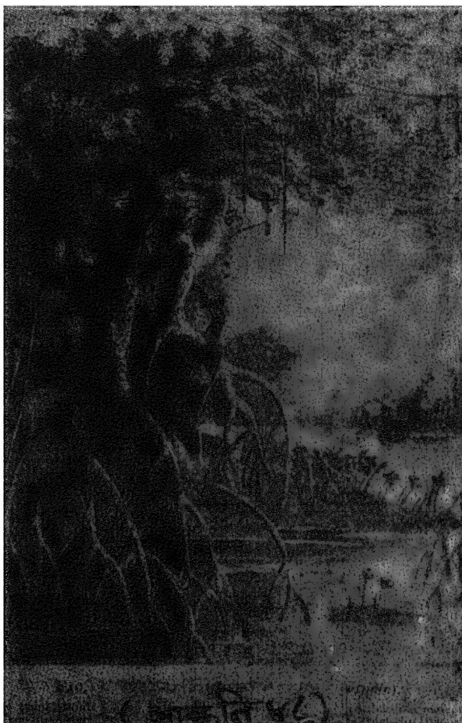
---

*पाण्याची वाफ होणें म्हणजे नुसता पाण्याचा धर्म या अर्थाने "बाष्पीभवन" हा शब्द योजिला आहे. पण झाडांच्या पानांतून वगैरे जी वाफ हवेंत जाते तिचा झाडांच्या जीवनव्यापाराशीं संबंध असतो व झाडांकडून ती वाफ आपल्या जरूरीप्रमाणें कमीअधिक प्रमाणांत सोडली जाते म्हणून या क्रियेस "बाष्पोच्छ्वास" म्हणणें सयुक्तिक आहे.

समुद्रकाठीं किंवा खाडीच्या पात्रांत दलदलीच्या जागीं जेथे भरतीच्या वेळीं पाणी पुष्कळ येतें व ओहोटीच्या वेळीं कमी होतें व तें खारें असतें, अशा ठिकाणीं वाढणाऱ्या कांडळ (mangrove) वगैरे वनस्पतींना अशा विलक्षण परिस्थितींतही जगून राहणें शक्य होतें, त्याचें कारण त्यांच्या शरीररचनेचे कांहीं विशेष प्रकार हेंच होय. त्या सर्वांचें येथे वर्णन करण्यास सवड नाही. त्यांतील एका मुख्य व कौतुक वाटण्यासारख्या प्रकाराचा येथे उल्लेख करूं. तो प्रकार म्हणजे असल्या झाडांचीं श्वासोच्छ्वासक मुळें. साधारण मुळांचा धर्म पाण्याकडे वाढत जाण्याचा असतो. तर हीं श्वासोच्छ्वासक मुळें ताठ उभीं वर वाढून पाण्याच्या बाहेर येतात. त्यांच्या अंतर्रचनेंत हवा साठवून ठेवण्याची सोय असते. त्यांच्या टोकांत असलेल्या छिद्रांतून बाहेरची हवा त्यांत शिरते व अशा रीतीने या झाडास जीवनास अत्यंत जरूर अशा ऑक्सिजन वायूचा पुरवठा होतो (आ. ४८).

त्याचप्रमाणें वर्फांत वाढणाऱ्या, खडकावर उगवणाऱ्या, अतिशय पाऊस असलेल्या प्रदेशांत, किंवा प्रत्यक्ष समुद्राच्या पाण्यांत वसति करणाऱ्या वनस्पतींचे, रूप व शरीररचना या दृष्टीने, निरनिराळे संघ बनलेले आढळतात. किंबहुना वनस्पतीही 'देश तसा वेष' या तत्त्वाप्रमाणें चालतात असें म्हटलें तरी चालेल.

या निरनिराळ्या परिस्थितींत उत्पन्न होणाऱ्या रूपभेदांचा व रचनाभेदांचा शास्त्रीय रीतीने अभ्यास करणें फार मनोरंजक व बोधप्रद असतें. या अभ्यासास इंग्रजींत Ecology हें नांव आहे. मराठींत त्याला 'मूलस्थानविचार' असें नांव दिलें असतां चालेल. मूलस्थानविचाराच्या योगें वनस्पतींच्या रूप व रचनाभेदांचा खरा अर्थ कळून त्यांच्या जीवनव्यापारांचा आणि रूपभेदांचा खुलासा होऊन त्यांचा अभ्यास सार्थ व मनोरंजक होतो.



आ० ४८
मॅन्ग्रोव्ह (कांडळ)ची श्वासोच्छ्वासक मुळें.

मॅन्ग्रोव्हचें झाड.—समुद्रकाठी भरतीच्या वेळीं येणारें पाणी मोकळेपणानें खेळावें अशी विस्कळीत मुळाची रचना; श्वासोच्छ्वासक मुळे ही पाण्यावर आलेली दिसत आहेत.

जातिसंरक्षणार्थ योजना

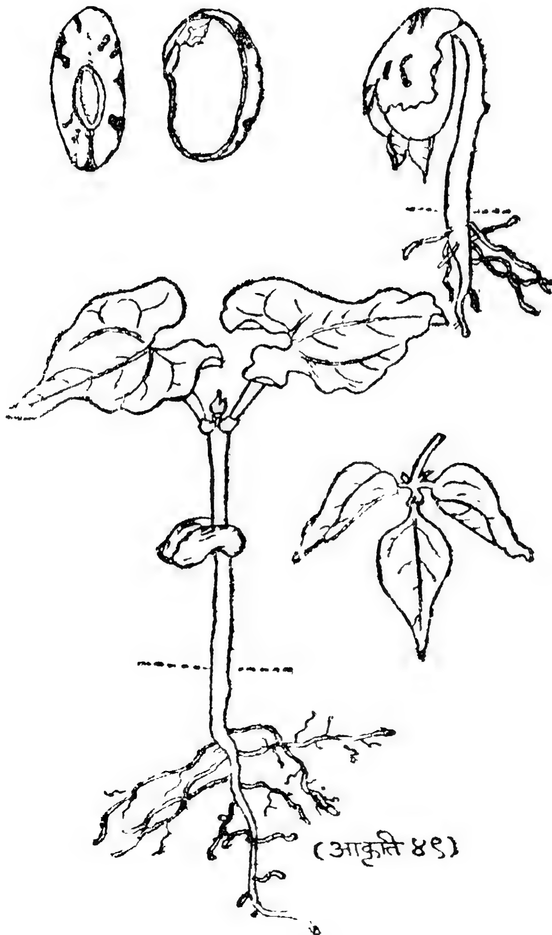
कोणत्याही व्यक्तीस कालांतराने मरण हें प्राप्त होणारच. म्हणून व्यक्तिसंरक्षणाच्या योजना कितीही यशस्वी असल्या तरी तेवढ्याने काम भागणार नाही. म्हणून सृष्टींत जीवाची पुनरुत्पत्ति होण्याच्या योजना आहेत. संतत्युत्पादन आणि संततीची तरतूद हे प्रकार प्राण्यांप्रमाणें वनस्पतींतही दिसून येतात. त्यांच्या योगें सृष्टींत 'जातिसंरक्षण' हें महत्त्वाचें कार्य साधतें. वनस्पतींत दिसून येणाऱ्या

या प्रकारच्या जातिसंरक्षणांच्या योजनांचें या प्रकरणांत दिग्दर्शन केलें जाईल.

वनस्पतींच्या पुनरुत्पत्तीविषयीं लिहितांना या जीवनव्यापारांतील मुख्य गोष्ट म्हणजे, जीर्ण होत चाललेल्या शरीरापासून जीवनद्रवाचा कांही भाग वेगळा होणें व ज्या व्यक्तीपासून तो भाग निघाला त्या व्यक्तीसारखी दुसरी व्यक्ति त्या भागापासून होणें, ही होय, असें सांगितलें होतें. पुनरुत्पत्तीकरितां या रीतीने वेगळ्या झालेल्या भागांचा उल्लेख, मग ते लहान असोत किंवा मोठे असोत, एकपेशीमय असोत किंवा अनेक पेशीमय असोत, 'वनस्पतींची संतति' या सामान्य संज्ञेने करण्यास हरकत नाही. प्रौढ जनक वनस्पतींच्या मानाने त्यांची संतति प्राण्यांच्या संततीप्रमाणेंच सामान्यतः अशक्त व असहाय स्थितींत कांही काळपर्यंत असते. बहुतेक प्राण्यांमध्ये संततिसंगोपन व संततिसंरक्षण कांही कालपर्यंत तरी आईबापां-करवीं होत असतें. पशु-पक्षी आपल्या पिलांना तीं जीवनकलहांत शिरण्यास योग्य होईतोंपर्यंत सांभाळतात, त्यांना खाऊंपिऊं घाल-तात व त्यांचें शत्रूपासून संरक्षण करितात. मनुष्याच्या जीवितांत तर संततीची तरतूद हा एक मोठाच खटपटीचा भाग असतो. संततीच्या तरतुदीचे असेच चमत्कृतिजनक प्रकार वनस्पतींच्या जीवनांत आढळतात. त्यांतील कांहींचें या प्रकरणांत वर्णन येईल.

कोणत्याही झाडाचें बी घेऊन बारकाईने त्याच्याकडे पाहिलें असतां वनस्पतींतील संततीच्या तरतुदीच्या आश्चर्यकारक योजनांची बरीच कल्पना होईल. उदाहरणार्थ, पावट्याचें बी घेऊं. याची रचना सहज लक्षांत येण्यास हें बी एक दिवस पाण्यांत भिजवून ठेविलेलें असलें म्हणजे बरें. अशा एखाद्या बीचें बारकाईने निरीक्षण केलें की (आकृति ४९) तिच्या एका कडेस एक चट्टा दिसेल. मूळ शेंगेंत पावटा जेथे शेंगेच्या सालीस लागून राहिला होता तेथे हा चट्टा

ऱ्या संबंधाची खूण म्हणून राहिलेला असतो. भिजविलेला पावटा प्रथम कोरडा करून नंतर हलकेंच बोटांमध्ये धरून दाबला असतां एका विवक्षित भोकांतून पाणी आंतून बाहेर येतेंसें दिसेल. हें भोक आणि 'सपुष्प वनस्पतींतील पुनरुत्पत्ति' या प्रकरणांत उल्लेख केलेलें बीजां-



पावटयाचें बी रुजण्याच्या निरनिराळ्या अवस्था.

डाचें कवचरंध्र हीं एकच होत. या भोकांतून रुजणाऱ्या बीचा मोड बाहेर येतो. एक दिवसभर पाण्यांत भिजलेल्या पावटयाचें साल चटदिशीं वेगळें करतां येतें. हें साल किंवा बीचकवच (testa)फार चिवट असतें, व आंतील अंकुराचें उत्तम रीतीनें संरक्षण करितें. हें कवच काढिलें असतां बीजांकुराची रचना दृष्टोत्पत्तीस येते. दोन मोठे मांसल भाग (दाळिंब्या) एकमेकांस एके ठिकाणीं जोडलेले असतात. या दाळिंब्या जेथे एकमेकांस चिकटलेल्या असतात तेथे बाहेरच्या बाजूस एक अणकुचीदार भाग असतो त्याला मोड (म्हणजे बींत बाल्यावस्थेंत असलेल्या पावटयाच्या झाडाचें मूळ) म्हणतात. या मोडाचें टोक कवचरंध्राच्या दिशेस असतें. आता चाकूच्या पात्यानें दाळिंब्या उकलून एकमेकांपासून वेगळ्या केल्या असतां त्या दोन्हींमध्ये एक सूक्ष्म कोंब (पर्णकलिका=Plumule) दिसतो. तो या पावटयाच्या गर्भाचा किंवा बालतरूच्या बुंध्याचा भाग होय. योग्य परिस्थितींत पावटयाचें बी रुजलें म्हणजे, प्रथम दाळिंब्या पाण्यानें फुगून बीजकवच फुटून जातें. मोड कवचरंध्रावाटे बाहेर येऊन जमिनींत घुसतो. दाळिंब्या हीं बालतरूचीं दोन आद्य दलें (पहिलीं पानें = Cotyledons) असून तीं पानांचें मुख्य म्हणजे शरीरपोषणाचें काम करितात. दाळिंब्यांत झाडांतील विशिष्ट हरिद्द्रव्य पहिल्या प्रथम नसतें. पण त्यांच्या आंत सत्वाचा भरपूर साठा जनक झाडाच्या मेहनतीनें बीज तयार होतेवेळीं करून ठेविलेला असतो. पावटयाच्या रोपटयाचें मूळ जमिनींतून पोषक द्रव्यें शोषूं लागेपर्यंत व त्याच्या पर्णकलिकेचा विस्तार होऊन तिच्यांतील पानांत हरिद्द्रव्य उत्पन्न होईपर्यंत आपलें अन्न त्याला नुसत्या जमिनींतील पाण्यांतील क्षार व हवेंतील वायू यांपासून करतां येत नाही. अशा त्याच्या असहाय स्थितींत दाळिंब्यांत साठविलेल्या अन्नाचा त्याला उपयोग होतो. हें साठविलेलें अन्न म्हणजे जनक पावटयाच्या झाडानें आपल्या संततीकरितां केलेली तरतूद.

जसजसें पावट्याचें रोपटें वाढतें तसतसा दाळिंब्यांत अन्नाचा साठा कमी होऊन दाळिंब्या सुरकततात व पातळ होऊं लागतात, शेवटीं शेवटीं त्यांच्यामध्यें हिरवा रंग उत्पन्न होऊन आद्यदलें खरोखरोच एरवीच्या पानांप्रमाणें काम करूं लागतात. इतक्या वेळांत पर्ण-कलिकेपासून तयार झालेलीं पानेंही त्यांत उत्पन्न झालेल्या हरिद्द्रव्याच्या योगानें अन्ननिष्पत्तीच्या कामास समर्थ होतात, व मग पावट्याच्या असहाय रोपट्याचें स्वावलंबी झाडांत रूपांतर होतें.

पावट्याच्या रोपट्याकरितां जनक झाडाकडून झालेली ही तरतूद सस्तन प्राण्यांच्या बालकांकरितां होत असलेल्या दुधाच्या योजनेइतकीच कौतुक करण्यासारखी नाही काय?

बटाटे, कांदे, ऊस, सुरण, गाजर व मुळा, ज्यांचा मनुष्य व इतर प्राणी अन्नाप्रमाणें उपयोग करितात, हीं सुद्धा त्या त्या वनस्प-तींनी आपल्या संततीकरितां केलेल्या तरतुदीचीं उदाहरणें होत. सुरण, बटाटा व ऊस यांवरील 'डोळे' व गाजर, मुळा किंवा कांदा यांतील कोंब म्हणजे त्या त्या झाडांचे पुनरुत्पत्तीकरितां विशिष्ट झालेले भाग होत. यांचा विकास होऊन त्यांचीं प्रौढ व स्वावलंबी झाडें होईपर्यंत या वर सांगितलेल्या निरनिराळ्या वनस्पतीच्या भागांत साठविलेल्या अन्नाचाच उपयोग त्यांच्याकडून केला जातो.

संततीच्या तरतुदीचा आणखी एक प्रकार आहे. त्याचें स्वरूप मनुष्यांच्या व्यवहारांतील या प्रकाराचें सर्वांच्या ओळखीचें उदाहरण दिलें असतां लक्षांत येईल. एखादा श्रीमंत मनुष्य वृद्ध झाला व मरा-वयास टेकला की आपल्या सर्व जिंदगीची आपल्या मुलांमध्यें व्यव-स्थित रीतीने वाटणी करून त्यांच्यामधील यादवी टाळण्याचा प्रयत्न करतो. उद्देश हा की त्यांनी आपसांत भांडून सर्वांचा नाश होऊं नये. अथवा थोडेंसें निराळें उदाहरण घ्यावयाचें असल्यास कोकणां-

तील अतिशय लहान जमिनीच्या तुकड्यावर निर्वाह करणारें एखादें कुटुंब घेऊं. या कुटुंबांतील सर्व मुलामाणसांना पुरेसें खावयास त्यांच्या लहानशा शेतीपासून मिळणें शक्य नसतें. अशा कुटुंबांतील बहुतेक मुलांना (विशेषतः पराक्रमी मुलांना) देशावर पाठवून आपली स्थिति सुधारणें कुटुंबचालकांना भाग पडतें व अशा रीतीने मूळ जन्मभूमींत राहिलीं असतीं तर ज्यांची उपासमारच झाली असती अशीं किती तरी माणसें देशांतरास जाऊन उदयास आलीं आहेत! या दोन निरनिराळ्या उदाहरणांत एक सामान्य तत्त्व आढळून येतें तें हें की, कुटुंबचालकाचा हेतु, आपल्या अपत्यांमधील जीवनार्थ कलह होतां होईल तों कमी करावयाचा असतो. सगळीकडे चालू असलेल्या जीवनार्थ कलहांत आपसांतील यादवीची भर पडूं नये यासाठी श्रीमंत लोक आपल्या मालमत्तेची आपल्या मुलांमध्ये व्यवस्थित वाटणी करितात व गरीब कुटुंबाचे चालक आपल्या कुटुंबांतील कांही व्यक्तींना देशांतरास पाठवितात. हा एक संततीच्या तरतुदीचा प्रकार आहे, हें आता लक्षांत येईल व आश्चर्याची गोष्ट ही की वनस्पतींमध्येही हा प्रकार आढळून येतो.

एखाद्या झाडापासून उत्पन्न झालेल्या सर्व बिया जर वर्षानुवर्ष त्याच झाडाखाली पडून राहूं लागल्या तर सर्वांची चांगली वाढ तेथे होणें शक्यच नाही. एका जातीच्या झाडांना एकाच प्रकारचें अन्न लागत असल्याने लवकरच या बियांपासून होणाऱ्या रोपट्यांची त्या नियमित जागीं उपासमार होईल. ही आपत्ति टाळावयाची असेल तर बियांचें स्थलांतर होणें अवश्य आहे. म्हणजे, एकाच जागेंतील गर्दी कमी होऊन नवीन प्रदेशांत त्या वनस्पतींच्या वसाहती होऊन त्यांची भरभराट होईल. बीजप्रसरणाच्या ज्या अनेक योजना वनस्पतींमध्ये आढळतात त्यांचें रहस्य हेंच होय. बीजप्रसरणाच्या कांही योजनांचीं उदाहरणें येथे देतों.

(१) स्फोटक (तडकणारीं) फळें—हीं पक्व झालीं की जोराने तडकतात व त्या तडकण्याच्या क्रियेमुळे आंतील बिया दूरवर फेकल्या जातात. उदाहरणार्थ, तेरडयाचें फळ. याला हात लागतांच तें फुटून बिया बऱ्याच दूर उधळल्या जातात. कापसाचें बोंड, भेंडी, गुंजेची शेंग, शेवग्याची शेंग वगैरे फळें स्फोटकच आहेत.

(२) वायुवाहित बिया—बियांच्या वजनाच्या मानाने त्यांचा पृष्ठभाग मोठा असला तर वाऱ्याच्या योगाने त्या सहज दूर वाहिल्या जातात. याचें उत्कृष्ट उदाहरण म्हणजे 'म्हाताऱ्या' किंवा काटेसावरीच्या बिया. या बियांच्या कवचावर बारीक धागे असतात त्यांच्या योगाने त्यांचा खूपच दूरवर प्रसार होतो.

(३) प्राणिवाहित बिया—प्राण्यांच्या शरीराला चिकटून जाणाऱ्या किंवा फळांचा गर खाल्ल्यानंतर चावण्यास किंवा पचण्यास कठीण म्हणून खाणाऱ्यांच्या हालचालीमुळे नकळत त्यांच्या-कडून दूरवर नेऊन टाकिल्या जाणाऱ्या बिया. उदाहरणार्थ, 'कुतरे' या नांवाने मुलांमध्ये ओळखल्या जाणाऱ्या गवताचा तुरा. हा सहज प्राण्याच्या अंगास चिकटतो व त्यांतील बिया आपसुकच दूरवर त्यांच्याबरोबर जातात. आंबे खाल्ल्यानंतर आंब्याच्या कोयीचें मूळ वृक्षापासून होणारें स्थलांतर सर्वांच्या परिचयाचें आहे.

(४) जलवाहित बिया—पुष्कळ बिया पाण्यामध्ये तरंगतात व त्यांच्या दुर्भेद्य व मजबूत कवचामुळे पुष्कळ दिवस न कुजतां तरंगत राहूं शकतात. जलप्रवाहाबरोबर या दूर वाहिल्या जातात. उदाहरणार्थ, नारळ.

या व अशाच दुसऱ्या योजनांनी वनस्पति साधारणपणें स्वतः अचल असल्या तरी त्यांचें स्थलांतर होतें व जीवनार्थ कलहांत वनस्पतिजातीचें संरक्षण होऊन त्यांना यश मिळतें. या योजना म्हणजे संततीची आश्चर्यकारक रीतीने केलेली तरतूदच होय आणि या बाबतींतही वनस्पति प्राण्यांची चांगली बरोबरी करतील अशी वाचकांची खात्री होईल.

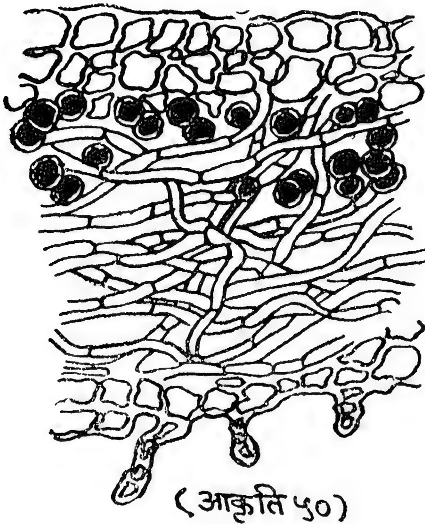
प्रकरण सातवें

वनस्पतींतील जीवनार्थ सहकार्य

मागील प्रकरणांत वनस्पतींच्या जीवनार्थ कलहाचें वर्णन केलें त्यावरून आपलपोटेपणा आणि 'बळी तो कान पिळी' याच तत्त्वानुसार जीवसृष्टींतील सर्व व्यवहार चालू असावेत असा वाचकांचा समज होणें साहजिकच आहे. पण वस्तुतः जीवसृष्टींत 'कलह' किंवा 'स्पर्धा' याप्रमाणेंच आत्मसंरक्षणार्थ किंवा जातिसंरक्षणार्थ भिन्न व्यक्तींमध्ये किंवा जातींमध्ये 'सहकार्य'ही होत असलेलें केव्हा केव्हा दिसून येतें. जीवसृष्टींत काय चाललें आहे याची यथार्थ कल्पना होण्यास या सहकार्याची थोडी माहिती दिली पाहिजे.

खऱ्या सहकार्यांत सहकारी भागीदारांतील प्रत्येकास थोडा फायदा झाला पाहिजे. जंगलांतील पुष्कळ वेली दुसऱ्या वृक्षांचा आश्रय घेऊन त्यांना जरूर असलेला सूर्यप्रकाश मिळवितात. तसेंच ऑर्किड्स् या वनस्पती दुसऱ्या झाडाच्या बुंध्यावर वाढतात. या दोन्ही उदाहरणांत एका वनस्पतीस दुसरीची मदत होते, पण हें खरें सहकार्य म्हणतां येणार नाही. वृक्षवेलसंबंध कविदृष्टीला जरी प्रेमपूर्ण दिसला तरी तो वस्तुतः आश्रयवृक्षास फायद्याचा तर नाहीच पण वेळेवर तो त्यास हानिकारकच होण्याचा संभव असतो. वनस्पतिसृष्टींतील

सहकार्याचें उत्कृष्ट उदाहरण म्हटलें म्हणजे 'दगडफूल' या नांवाने ओळखलें जाणारें, खडकावर, झाडाच्या बुंध्यावर वगैरे वाढणारें वनस्पतिद्वय (आ० ५०). बाह्यत: एक दिसणारी ही वनस्पति खरोखर दोन अत्यंत भिन्न जातीच्या वनस्पती एकमेकांच्या साहचर्यांत वाढून बनलेली असते. त्यांपैकी एक अळिंबवर्गातील (Fungi)


(आकृति ५०)

दगडफुलाच्या शरीराचा छेद. त्यांत नळ्या नळ्या सारख्या दिसतात तो भाग अळिंबाचा आणि लहान लहान गोळ्यांसारख्या दिसतात त्या नीलिकेच्या पेशी होत.

असून दुसरी नीलिका(Algae)वर्गातील असते. नीलिकेला अळिंबापासून क्षारयुक्त पाणी आणि संरक्षण मिळतें आणि अळिंबाला नीलिकेने आपल्यांतील हरिद्द्रव्याच्या साहाय्याने तयार केलेलें शर्करादि अन्न मिळतें. या सहकार्याने ज्या ठिकाणीं यांपैकी एकएकटया वनस्पतीला जगणें अशक्य झालें असतें अशा ठिकाणीं दोन्ही गुजारा करूं शकतात.

अशा सहकार्याचीं दुसरीं उदाहरणें म्हणजे चौथ्या प्रकरणांत वर्णिलेलीं अळिंबयुक्त मुळें. या संबंधांतही वृक्षास आणि तन्मूलाश्रित अळिंबास दोहोंसही थोडाबहुत फायदा होतो. कडधान्यांचीं झाडें

सुद्धा आपल्या मुळांतील फोडांत वास्तव्य करणाऱ्या बॅक्टीरियांशीं परस्पर हितकारी असें सहकार्य करतात (प्रकरण ३, पृ. ६९ पहा).

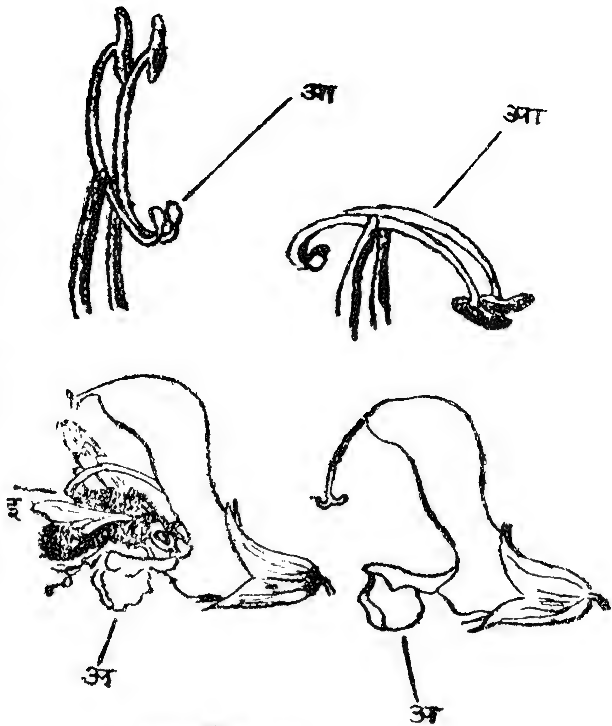
पण या सहकार्याच्या उदाहरणापेक्षा अधिक कुतूहलपूर्ण उदाहरणें वनस्पतींच्या आणि कांही प्राण्यांच्यामध्ये होत असलेल्या सहकार्यांत आढळतात. विशेषत: कीटक आणि पक्षी या वर्गांतील प्राण्यांचा आणि वनस्पतींचा असा फार आश्चर्यकारक संबंध येतो. कमळांच्या आणि भ्रमरांच्या संबंधाचा कवींनी जो अनेक ठिकाणीं उल्लेख केलेला ललितवाङ्मयांत आढळतो त्यांत भ्रमर हा एक चैनी, रसिक, फुलांतील मध चोखून तें नीरस झाल्यावर त्याला अहृदयपणें टाकून देणारा असें वर्णन केलेलें असतें. इंग्लिश वाङ्मयांत एके ठिकाणीं भ्रमराचें "that type of a vagrant bachelor, the bumble-bee" (उनाड अविवाहित तरुणांचा नमुना) असें वर्णन केलें आहे. भ्रमरांचा आणि फुलांचा खरोखर संबंध कळला म्हणजे या वर्णनांत भ्रमरावर मोठाच अन्याय झालेला आहे असें दिसून येईल. सपुष्प वनस्पतींच्या पुनरुत्पत्तीचें वर्णन करतांना बीजधारणेस अवश्य असलेल्या परागसिंचनाच्या कामीं भ्रमरादि कीटकांचा फार उपयोग होतो असें सांगितलें होतें. ज्या वनस्पतींत पुंकेसर आणि स्त्रीकेसर निरनिराळ्या फुलांत असतात त्यांना परागवाहनाच्या कामीं कीटकांचा उपयोग होईलच. पण ज्या वनस्पतींत एकाच फुलांत दोन्ही जातींचे केसर असतात अशांना देखील एका फुलांतील स्त्रीकेसर दुसऱ्या फुलांतील पुंकेसरांतील परागानें, किंबहुना त्या जातीच्याच पण दुसऱ्या झाडाच्या फुलांतील परागाने, फलित होणें हें श्रेयस्कर असल्याचें प्रयोगांनी सिद्ध झालें आहे. असें परपरागसिद्ध फलन साधण्याकरितां वनस्पतिसृष्टींत अनेक युक्त्या उपयोगांत आणलेल्या आढळतात. एकाच फुलांत दोनही जातींचे केसर असले तर ते दोनही एकाच वेळेला परिपक्व होत नाहीत,

किंवा कांही फुलांत ते एकाच वेळीं परिपक्व होत असले तरी स्वीय परागापेक्षा परकीय पराग फलनाच्या कामीं अधिक प्रभावी ठरतात; कांही वनस्पतींत तर स्वीय पराग स्त्रीकेसरास विषतुल्य ठरतात! कांही झाडांचे पराग वायुवाहित असून ते वायूच्या लहरीबरोबर सहज वाहून जातील अशी त्यांची रचना असून स्त्रीपरागांचीं अग्रें अशीं विशिष्ट असतात की त्यांवर हे वायुवाहित पराग सहज चिकटून बसतील. पण या सर्व युक्त्यांपेक्षा कीटकांकडून हें परागवाहनाचें आणि सिंचनाचें काम ज्या अनेक युक्त्यांनी करविलें जातें त्या फार आश्चर्यकारक आणि अनेक प्रकारच्या आहेत. त्यांचें वर्णन Knuth's Handbook of Flower Pollination या प्रचंड प्रबंधांत केलेलें आहे. नमुन्याकरितां म्हणून कांही फुलांतील परागसिंचनाच्या प्रकारांचें येथे वर्णन केलें असतां पुरें होईल.

सॅल्व्हिया नांवाच्या बागेंतील फुलझाडाच्या फुलांतील पुष्पमुकुट* (आ० ९१) पसरलेल्या तोंडाप्रमाणें असून त्याचा खालचा ओठ (भाग) झगझगीत रंगाचा असतो. त्या रंगामुळे त्या फुलाकडे भुंगे आकर्षित होतात आणि या भागाची ठेवणही अशी असते की भुंगे फुलांजवळ आले म्हणजे त्यांना उतरण्याकरितां पदस्थान किंवा पायरीप्रमाणें याचा उपयोग होतो (अ). पुष्पमुकुटाच्या वरच्या कमानीसारख्या भागाच्या आंत पुंकेसर आणि स्त्रीकेसरदंड झाकलेले असतात. पुंकेसर दोन असतात. त्यांचें सूत्र आखूड असून त्या सूत्राच्या टोकावर एक बाकदार आडवा, काडीसारखा भाग असतो; त्याचा मध्यभाग सूत्राशीं अशा रीतीने जोडलेला असतो की त्याचा एक आखूड आणि एक लांब असे दोन भाग होऊन त्याचीं दोन्ही टोकें मोकळीं राहतात. आखूड भागाच्या टोकांस परागपिटिका बहुतकरून नसतेच आणि तें

* पुष्पमुकुट (Corolla)=फुलांतील पाकळ्यांना दिलेलें सामुदायिक नांव.

सॅल्व्हियाच्या फुलांतील भुंग्याच्या साहाय्याने होणारें परपरागसिंचन.
(वर्णन मूळांत पहा.)



(आकृति ५१)

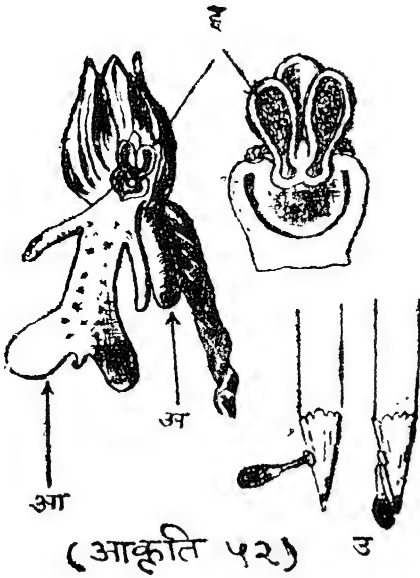
टोक जरा पसरट आणि बोथट असतें. फुलांत असलेल्या दोन पुंकेसरांतील हे दोन पसरट भाग एकमेकांशीं संलग्न असतात (आ).

भुंगा येऊन पुष्पमुकुटाच्या पायरीवजा भागावर उतरल्यावर मधाच्या शोधाच्या खटपटींत दोन पुंकेसरांतील पसरट टोकांच्या संलग्न भागास धक्का देऊन तो पुढे ढकलतो. त्या योगें पुंकेसरांतील आडव्या भागांचीं दुसरीं टोकें खाली येऊन भुंग्याच्या पाठीवर पडतात. ही क्रिया तरफाच्या (Lever) क्रियेसारखी होते. भुंगा फुलांतून निघून जातांच पुंकेसरांतील आडवा भाग पुनः मूळच्या स्थितींत पुष्पमूकुटाच्या वरच्या ओठाखाली परत जाऊन बसतो.

पुंकेसरांचें काम होऊन ते निकामी झाल्यावरच या फुलांतील स्त्रीकेसरदंड वाकून अशा स्थितींत येतो की दुसरा एखादा भुंगा पुन्हा जेव्हा या फुलास भेट देतो त्या वेळीं त्याच्या पाठीचाच भाग स्त्रीकेसराग्राशीं भिडतो (इ) आणि तेथे जर दुसऱ्या एखाद्या फुलांतील परागकण आधीच पडले असतील (हें फार संभवनीय आहे, कारण निरनिराळ्या फुलांतील स्त्री आणि पुंकेसर निरनिराळ्या वेळीं पक्व होत असतात आणि भुंगे एका वेळीं सामान्यपणें एकाच जातीच्या फुलांना भेट देत असतात.) तर ते आयतेच स्त्रीकेसराग्रास चिकटतात. या रीतीने परपरागसिंचन अनायासें पण निश्चितपणें होतें.

फुलांचा आणि कीटकांचा परागसिंचनविषयक संबंध ऑर्किड् नांवाच्या जंगलांतील झाडांच्या बुंध्याचा आश्रय घेऊन वाढणाऱ्या वनस्पतींत विशेष चमत्कृतिजनक आहे. हा संबंध इतक्या आवश्यक स्वरूपाचा होऊन बसला आहे की या फुलाच्या रचनेस अनुरूप असे भुंगे एखाद्या ठिकाणीं नसतील तर तेथे या वनस्पतीमध्ये बीजधारणाच होत नाही. ऑर्किड्समधील परागसिंचनावर सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ चार्लस डार्विन् याने एक मोठा मनोरंजक ग्रंथ लिहिला आहे. त्यांत वर्णिलेल्या अनेक भृंग—ऑर्किड संबंधांपैकी एकाचें वर्णन येथे नमुन्यादाखल देऊं.

या ऑर्किडाचें शास्त्रीय नांव Orchis militaris असें आहे (आ० ९२). यांच्या फुलांतील पुष्पकोशाचा एक भाग (अ) लांब नळीच्या आकाराचा असून त्यांत मध साठलेला असतो. पुष्पमुकुटाची एक पाकळी (आ) ठिपकेदार असून आकर्षक रंगाची असते. या फुलांत पुंकेसरांची रचना इतर फुलांतल्यापेक्षा फार निराळी असते. पुंकेसर सूत्ररहित असतें आणि परागपीटिका विशिष्ट आकाराच्या (इ) असून त्या एकमेकींना जोडलेल्या असतात. फुलावर येऊन भुंगा आपली सोंड मधाच्या नळींत खुपसावयाच्या खटपटींत असतांना



ऑर्किडच्या फुलांतील भ्रमरसाधित परपरागसिंचन (वर्णन मुळांत पाहा.)

त्याचें मस्तक परागपीटिका फुलाच्या ज्या भागांत असतात त्या भागाला लागतें. या परागकणांच्या पिशव्यांचीं खालचीं टोकें एकमेकांस लागलेलीं असतात आणि त्यांवर एक चिकट पदार्थ असल्याने तीं भुंग्याच्या मस्तकास चिकटतात आणि मध पिऊन भुंगा निघून जातांना त्याच्या डोक्यास चिकटलेल्या परागकणांनी भरलेल्या पिशव्याही त्याच्याबरोबर नेल्या जातात. पहिल्या प्रथम या पिशव्या भुंग्याच्या डोक्यावर ताठ उभ्या असतात पण कांही वेळाने त्यांतील ओलावा कमी झाल्याने त्या आडव्या होतात. अशा स्थितींत भुंगा जर दुसऱ्या ऑर्किड फुलांवर गेला तर या परागकणांच्या आडव्या झालेल्या पिशव्या त्या फुलांतील स्त्रीकेसराग्रांस नेमक्या जाऊन भिडतील अशीच त्या केसराग्राची फुलांत ठेवण आहे. स्त्रीकेसराग्रही एका चिकट पदार्थाने माखलेलें असल्यामुळे पुन्हा भुंगा फुलांतून उडून जातेवेळीं स्त्रीकेसराग्रावर चिकटलेल्या परागकणाच्या पिशव्या मागेच राहतात.

अशा रीतीने परागसिंचनाचें काम बेमालुमपणें होतें. ऑर्किडच्या फुलांत परागपीटिकांच्या जुळलेल्या भागाला पेन्सिलीच्या टोकाने हलकेंच दकललें असतां भुंग्याच्या कृतीचें अनुकरण होऊन हा परागसिंचनाचा प्रकार कसा होतो हें लक्षांत येतें (आ० ५२ उ). आपल्याकडे पुष्कळ ठिकाणीं आढळणाऱ्या रुईच्या फुलांमध्येही ऑर्किडसारखी परागपीटिकांची रचना असते. त्याही भुंग्याच्या साहाय्यानेच दुसऱ्या फुलावर वाहिल्या जातात.

वरील वर्णनावरून हें लक्षांत येईल की भ्रमरादि कीटकांचा वनस्पतींच्या पुनरुत्पत्तींत म्हणजे एका अत्यंत महत्त्वाच्या जीवनकार्यांत फार उपयोग होतो. मग त्यांना बक्षीस म्हणून खाण्याकरितां परागकण आणि पिण्याकरितां मध फुलांनी देऊं केला तर तें योग्यच होय. किंबहुना वधूवरसंमेलन घडवून आणणाऱ्या उपाध्यायांची ही दक्षिणाच म्हटलें तरी चालेल.

कीटकांनी आपल्याकडे यावें, आपल्यांतील मध लुटावा, परागही थोडाबहुत खावा, पण त्यांतील कांही भाग आपल्या जातीच्या दुसऱ्या फुलांतील स्त्रीकेसराग्रावर नेऊन टाकावा म्हणूनच फुलांतील आकर्षक रंग आणि सुवास व मधुसंचय आणि फुलांची विशिष्ट रचना, त्यांतील मध साठण्याची जागा वगैरे असतात असें मानण्यास सबळ पुरावा आहे.

वनस्पतींच्या आणि प्राण्यांच्या सहकार्याचें असलेंच आणखी एक उदाहरण म्हणजे पक्ष्यांचें आणि फळझाडांचें होय. संततीची तरतूद या प्रकरणांत बीजप्रसरणाचें महत्त्व आणि त्याकरितां योजिलेल्या युक्त्या यांचा उल्लेख आला होता. फळें हीं पुष्कळ पक्ष्यांचें आणि इतर प्राण्यांचें मुख्य भक्ष्य आहे. हे प्राणी फळांतील गोड खाद्य भाग खाऊन त्यांतील कठीण किंवा अरुचिकर बी कोठे तरी टाकून देतात. किंवा तें लहान असेल तर गिळून टाकितात आणि तें

त्यांच्या विष्ठेंतून बाहेर पडतें. असें बी सुद्धा रुजूं शकतें. या रीतीने वनस्पतींचा बीजप्रसार होतो आणि प्राण्यांस अन्न मिळतें.

वनस्पतींच्या आणि प्राण्यांच्या सहकार्याचें आणखी एक उदाहरण थोडें निराळ्या स्वरूपाचें आहे. जंगलांतील कांही झाडांवर एका जातीचे मुंगळे राहतात. या मुंगळ्यांना त्या झाडाकडून विशिष्ट तऱ्हेचें अन्न मिळतें. उलटपक्षीं, त्या झाडांचें त्यांच्या पानांवर चरावयास येणाऱ्या प्राण्यांपासून हे मुंगळे संरक्षण करितात.

एवंच, जीवनार्थ कलह असो किंवा जीवनार्थ सहकार्य असो दोन्हींचा उद्देश तोच—एक आत्मरक्षण आणि दुसरें जातिसंरक्षण—आणि तो अबुद्ध मानलेल्या वनस्पतींकडून प्राण्यांमधल्या इतक्याच अनेक युक्त्यांनीं साधला जातो.

शेवटीं एकंदर वनस्पतिसृष्टि आणि एकंदर प्राणिसृष्टि यांच्यामध्ये एक मोठ्या प्रमाणावर सहकार्य अनादि कालापासून चालत आलें आहे, त्याचा उल्लेख केल्याशिवाय 'सहकार्य' प्रकरणाची पूर्तता होणार नाही.

हरिद्द्रव्ययुक्त वनस्पति—मग त्या एकपेशीय असोत वा अनेकपेशीय असोत—या सृष्टींतील 'उत्पादक' वर्ग असून प्राणी हे 'विनियोजक' (वनस्पतींनी उत्पन्न केलेल्या अन्नादि पदार्थांचा विनियोग करणारे) आहेत हें तिसऱ्या प्रकरणांत (पृ. ५० व ६२) सांगितलेंच आहे. याशिवाय प्राण्यांचें अस्तित्व हरिद्वर्ण वनस्पतींवर दुसऱ्या एका प्रकाराने अवलंबून असतें. सर्व प्राण्यांच्या जीवनव्यापारांचा एक परिणाम हा होत असतो की त्यांच्या श्वासोच्छ्वासाने हवेंत कार्बन डाय ऑक्साइड ह्या वायूचें प्रमाण वाढतें. वनस्पतींच्या जीवितांतही याच स्वरूपाचा श्वासोच्छ्वास चालू असतो, पण हरिद्द्रव्ययुक्त वनस्पति आपल्या प्रकाशांतर्गत अन्ननिर्मितीच्या उद्योगांत कार्बन डाय ऑक्साइडचें पृथक्करण करून कार्बनचें अन्न तयार करून आपल्या शरीरांत घेतात आणि ऑक्सिजन् हवेंत सोडतात. यामुळे कार्बन

डाय ऑक्साइड या विषारी वायूचें हवेंतील प्रमाण बेताचें राहून प्राणिजीवन शक्य होतें. याशिवाय हरिद्‌द्रव्यविरहित अशा अळिंब-वर्गांतील वनस्पतींच्या कडून प्रतिक्षणीं मरणाऱ्या असंख्य जीवांच्या मृतदेहांचें अहर्निश विघटन चाललेलें असून त्यांच्या योगें त्या देहाचे कार्बन, नायट्रोजन, फॉस्फरस् इत्यादि घटक पुन्हा नवीन जीवांच्या निर्मितीस आणि पोषणास उपयोगी पडतात आणि याप्रमाणें जीविताचें गाडें अहर्निश चालू असतें.

जीवशास्त्रांतील सिद्धांताप्रमाणें 'बळी तो कान पिळी' हें 'जीवनार्थ कलहा'चें तत्त्व मानवी समाज आणि राजकारण यांना आप्पलपोटेपणाने लावूं पहाणाऱ्या धूर्त समाजशास्त्रज्ञांनी किंवा राजकारणपटूंनी जीवसृष्टींत 'जीवनार्थ कलह' हें एकच तत्त्व नसून 'जीवनार्थ सहकार्य' हेंही असतें हें लक्षांत ठेविलें तर मनुष्य-जातीच्या हिताचें होईल.

प्रकरण आठवें

वनस्पतींची उत्क्रान्ति

वनस्पतींच्या बाह्यरूपांतील, अंतर्रचनेंतील आणि जीवनव्यापारां-तील विविधतेची वाचकांना आतापर्यंत कल्पना आली असेल. आता हे विविध प्रकार दाखविणाऱ्या या सर्व वनस्पतींच्या जाती स्वतंत्रपणें एकदम निर्माण होऊन अनादिकालापासून जशाच्या तशाच राहिल्या आहेत, की त्यांपैकी कांही आधी व कांही नंतर अशा उत्पन्न झाल्या? वरवर पाहणाऱ्याला सुद्धा वनस्पतींच्या कांही जाती एकमेकांसारख्या तर कांही एकमेकींपासून फारच निराळ्या अशा दिसतात. भोपळा, काकडी, दोडका, कारलें; जाई, जुई, मोगरा, चमेली; नारळ, पोफळ; हरभरा, वाटाणा, पावटा; असे गट सहज पडतात आणि प्रत्येक

गटांतील जातींचें साम्य इतकें स्पष्ट आहे की तीं जवळचीं नातेवाईक आहेत की काय असा भास झाल्याशिवाय राहत नाही. उलटपक्षीं, केव्हा केव्हा एखादी वनस्पति कोणत्या जातीची आहे हें ठरवितांना या जातींत घालावी की त्या जातींत घालावी असा प्रश्न वनस्पतींचें वर्गीकरण करूं इच्छिणाऱ्या वनस्पतिशास्त्रज्ञालाही पडतो. जाती-जातींतील या साधर्म्यवैधर्म्याचा अर्थ काय?

सर्व जाती स्वतंत्रपणें कांही विशिष्ट हेतूने विधात्याने एकदम जशाच्या तशा निर्माण केल्या असें याविषयीं एके काळीं मत होतें (Doctrine of Special Creation). पण अलीकडे तें मागे पडून त्याच्या जागीं उत्क्रांतिवाद (Doctrine of Evolution) सामान्यतः सर्वसंमत झाला आहे. या पक्षाच्या मतें प्राण्यांच्या आणि वनस्पतींच्या हल्ली अस्तित्वांत असलेल्या जाती या जीवसृष्टीच्या आरंभीं उत्पन्न झालेल्या एका किंवा कांही थोड्या जीवांपासून कोणत्या तरी त्यांच्या अंगभूत आणि बहिःस्थित कारणांनी त्यांच्यामध्ये फेरफार घडून अस्तित्वांत आल्या आणि यापुढेही नवीन जाती अस्तित्वांत येतील. जातींच्या उत्क्रान्तीची ही कल्पना पुरातन काळापासून कमी अधिक स्पष्टपणें सृष्टिनिरीक्षकांच्या मनांत आलेली आहे. पण उत्क्रान्तीचा भरपूर पुरावा गोळा करून जाती एकमेकींपासून सृष्टींत कशा उद्भवतात, त्यांतील कांही नष्ट कां होत असतील व कांही कां टिकून राहिल्या असतील याची उपपत्ति चार्लस डार्विन याने बहुतांना पटेल अशा रीतीने आपल्या Origin of Species या जगप्रसिद्ध ग्रंथामध्ये मांडली आणि म्हणून ही उपपत्ति 'डार्विनचा उत्क्रान्तिवाद' म्हणून उल्लेखिली जाते. वनस्पतिजीवनाच्या अभ्यासापासून या उत्क्रान्तिवादास पोषक असे अनेक पुरावे मिळाले आहेत. तसेंच या उत्क्रान्तिवादामुळे वनस्पतींतील रूपरचना आणि व्यापार यांच्या विविधतेचा कांही अर्थ लागूं लागला आणि वनस्पति-

वर्णन आणि वनस्पतिवर्गीकरण हे वनस्पतिशास्त्राचे जरासे कंटाळवाणे भाग होते त्यांत नवीन स्वारस्य उत्पन्न झालें.

डार्विनची जातींच्या उत्पत्तीची उपपत्ति अशी आहे—आरंभीं एक किंवा कांही थोडया जीवांची उत्पत्ति झाली. ती कशी झाली हें अद्यापि गूढच आहे. निर्जीवापासून जीव केव्हा तरी उत्पन्न झाला असला पाहिजे. कदाचित् हल्लीही कोठें होत असेल, पण निर्जीवापासून सजीवाची उत्पत्ति करण्याचे अनेक प्रयत्न झाले असूनही तें अद्याप पर्यंत कोणास साधलेलें नाही. पण एकदा जीवाचा आरंभ झाल्यावर मात्र त्या जीवामध्ये त्याच्या स्वभावधर्मामुळे आणि परिस्थितीच्या आघातामुळे भेद उत्पन्न होतो. या भेदांतील कांही भाग तरी संततींत उतरतो. संततीची वाढ भूमितिश्रेढीने होत असल्यामुळे लवकरच अन्नपाणी, आश्रयस्थान, वगैरेंबद्दल चढाओढ किंवा मारामारी अथवा 'जीवनार्थ कलह' सुरू होतो. या कलहांत यशस्वी होणें व्यक्तींच्या विशिष्ट परिस्थितींत राहण्याच्या पात्रतेवर अवलंबून असतें. ही पात्रता त्यांच्या शरीररचनेच्या किंवा जीवनव्यापारांच्या वैशिष्ट्याने मिळत असते. कुटुंबांतील व्यक्तीव्यक्तींमध्ये लहान मोठे फरक असतातच. या कलहांत यशस्वी ठरलेल्या व्यक्तींना जगून मागे संतति ठेवून जाण्याची संधि अर्थात अधिक मिळणार आणि ज्या विशिष्ट गुणधर्मामुळे त्यांना तद्गुणधर्मविरहित अशा आपल्या बांधवांच्यापेक्षा जीवनकलहांत अधिक यश मिळालें ते गुणधर्म त्यांच्या संततींत थोडेबहुत उतरतील. याप्रमाणें स्वाभाविकपणें उत्पन्न होणाऱ्या व्यक्तीव्यक्तींतील भेदांमधून विशिष्ट परिस्थितीस अनुरूप अशा भेदांची सृष्टींत 'निवड' होत असून अपात्र व्यक्तींचा आणि त्यांच्या सारख्याच अपात्र अशा त्यांच्या संततीचा नाश होऊन त्यांच्याहून कमी अधिक निराळ्या आणि जीवनकलहांत यशस्वी, अशा व्यक्तींची एक नवी जातच कालांतराने उत्पन्न होईल. ऐतिहासिक काळांत

मनुष्याने पाळलेल्या जनावरांत आणि संवर्धिलेल्या वनस्पतींत संततींतून आपणाला आवडतील असे भेद दाखविणाऱ्या व्यक्तींची निवड होऊन कुत्रा, घोडा, गाय, म्हैस, गहू, तांदूळ वगैरेमध्ये अनेक विशिष्ट गुणधर्मयुक्त जाती अस्तित्वांत आल्या आहेत. मग जीवाच्या आरंभापासून आतापर्यंत जो अपरिमित काल लोटून गेला आहे तेवढ्या वेळांत सृष्टिकृत निवडीने पृथ्वीवरील प्राण्यांच्या आणि वनस्पतींच्या असंख्य जाती निर्माण होणें यांत आश्चर्य वाटण्यासारखें कांहीच नाही.

डार्विनच्या उपपत्तींतील तत्त्व सर्वमान्य असलें तरी एका कुटुंबांतील व्यक्तींमध्ये दिसून येणारे भेद बहुधा क्षुल्लक स्वरूपाचे असतात आणि त्यांमधून केलेल्या निवडीचे परिणाम इतके टिकाऊ नसतात, असें आनुवंशिक गुणांच्या सप्रयोग संशोधनावरून दिसून आलें आहे. कारण असे भेद संततींत उतरतातच असें नाही. ही डार्विनच्या उपपत्तींतील अडचण, ड फ्रीज् (de Vries) या वनस्पतिशास्त्रज्ञाने लावलेल्या शोधाच्या योगाने दूर झाली. वनस्पतींमध्ये एका सपाट्यांत उत्पन्न होणारे स्पष्ट स्वरूपाचे भेद संततींत तंतोतंत उतरतात असें त्याने दाखवून दिलें. इनोथेरा लामार्किआना (Oenothera Lamarckiana) या झाडांत अशा प्रकारचे अनेक नवोद्भव किंवा नवोद्भूत रूपभेद (Mutations), अथवा एका उडीसरशी उत्पन्न झालेले फरक, डफ्रीज् यांस त्यांच्या बागेंत त्यांच्या डोळ्यांदेखत उत्पन्न झालेले आढळले. हे भेद दर्शविणारीं झाडें मूळ झाडापासून निर्विवादपणें उत्पन्न झालीं असून तीं शुद्धबीज असल्याप्रमाणें आपले विशिष्ट गुणधर्म आपल्या संततींत उतरवीत; आणि कोणाही तिऱ्हाईत वनस्पतिशास्त्रज्ञाने त्यांना Oenothera च्या नव्या जाती म्हणून निःशंक म्हटलें असतें (आ. ९३). यावरून जातीची उत्पत्ति डार्विनच्या कल्पनेप्रमाणें लहान सहान भेदांचा कालांतराने संचय

होऊन मोठ भेद निर्माण होण्यावर अवलंबून नसून ती मोठे भेद एका सपाट्यासरशीं उत्पन्न होऊनही होऊं शकते. किंबहुना डफ्रीजच्या म्हणण्याप्रमाणें अशा उत्पातरूप भेदांनी युक्त अशा व्यक्तींमध्येच जीवनकलहांत निसर्गकृत निवडीने यशस्वी ठरलेल्या व्यक्तीपासून नवीन जाती निर्माण होतात. एकंदरींत डफ्रीजच्या शोधाने संशोधकांचें लक्ष संततींतील भेद व त्यांचीं कारणें आणि प्रकार यांकडे खेचलें जाऊन उत्क्रान्तिविषयाचें सप्रयोग संशोधन करण्याची प्रवृत्ति जोरावली. मेंडेलच्या विस्मृत सिद्धांतांचें पुन्हा प्रकाशन आणि त्याच्या स्फूर्तीनें गेल्या ३९ वर्षांत झालेलें अनुहरणविषयक आणि पेशीविषयक संशोधन यांच्यामुळे संततींत दिसून येणारें साधर्म्य आणि वैधर्म्य यांचा बराच उलगडा होऊं लागला असून जातींच्या उत्पत्तीवर प्रकाश पडूं लागला आहे. उत्खात वनस्पतींचा, म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठावरील खडकांत सापडणाऱ्या अश्मीभूत वनस्पतींचा अथवा वनस्पतींच्या अवशेषांचा, (आ० ४६) अभ्यास डार्विनच्या उपपत्तीमुळेच अधिक सार्थ होऊन पाण्यांत राहणाऱ्या अत्यंत साध्या रचनेच्या एकपेशीमय व निरवयव अशा आद्य स्वरूपाच्या वनस्पतीपासून जमिनीवर राहणाऱ्या बहुपेशीय आणि सावयव म्हणजे ज्यांत मूळ, बुंधा, पानें, फुलें इत्यादि अवयव विशिष्ट झालेले आहेत अशा महावृक्षापर्यंत वनस्पतींच्या उत्क्रान्तीच्या पायऱ्या शोधून काढणें संभवनीय झालें आहे. अर्थात उत्खातांच्या अपरिपूर्णत्वामुळे आणि पृथ्वीपृष्ठावरील घडामोडींमुळे असंख्य जातींचे अवशेष अजीबात नष्ट झाल्यामुळे उत्क्रान्तीच्या स[illegible] पायऱ्यांचा शोध लागणें अशक्य आहे. पण ज्यांचा शोध लागतो त्यांच्या योगाने उत्क्रान्तीच्या ज्ञानांत भर पडून अभ्यासकांस आपला उद्योग सतत पुढ चालू ठेवण्यास उत्साह येतो.

वनस्पतींच्या उत्क्रांतीविषयीं आतापर्यंत उपलब्ध झालेली माहिती सारांशरूपाने खालीलप्रमाणें देतां येईल:—

पृथ्वीचा पृष्ठभाग त्यावर जीवसृष्टि उत्पन्न होण्याजोगा थंड झाल्यावर पहिल्या वनस्पति एकपेशीय–प्रोटोकॉकस् (आ० १) सारख्या–असाव्यात. त्यानंतर नीलिकावर्गांतील आणि अळिंबवर्गांतील एक अथवा अनेकपेशीय वनस्पति (आ० १, २, ५, ६, ९, ३४, ३५) त्यापासून विशिष्ट झाल्या असाव्यात. पुढे जसजशी पाण्यांतून जमिनीवर वनस्पतींची प्रगति होऊं लागली तसतसे शैवाल वगैरे वर्ग अस्तित्वांत आले. नीलिकावर्गापासून शैवालवर्गापर्यंतचें अंतर फारसें अनुल्लंघनीय वाटत नाही. पण शैवालांमध्ये आणि 'राजहंस' अथवा 'नेचे' या वर्गांतील वनस्पतींमध्ये आढळणारीं सलिंग पुनरुत्पत्तीचीं इंद्रियें जरी पुष्कळच एकमेकांसारखीं असलीं तरी शैवालांच्या शरीरांचा प्रामुख्याने दिसणारा भाग त्यांच्या अवस्थाभेदांतील पिंडोपादक प्रसव असून 'राजहंस' वर्गांतील वनस्पतींचा प्रामुख्याने दिसणारा भाग रेणूत्पादक प्रसव असतो. म्हणून वनस्पतींच्या या दोन वर्गांच्यामधील उत्क्रान्तीच्या बऱ्याच पायऱ्या नष्ट झाल्या असल्या पाहिजेत असें वाटतें. तीच गोष्ट 'राजहंस' वर्गाच्या मधील आणि सपुष्प वनस्पतिवर्गामधील पायऱ्यांची झाली असली पाहिजे. सायकॅस् नांवाच्या सपुष्प वनस्पति फर्नच्या अगदी जवळ जवळ येतात आणि त्यांच्यामधील अंतर 'इकेनो' आणि 'हिरासी' या दोन जपानी वनस्पतिशास्त्रज्ञांनी लावलेल्या फर्नसमधल्या नरपिंडांप्रमाणें दिसणाऱ्या सायकॅस् मधील चर नरपिंडांच्या शोधाने बरेंच कमी झालें. शिवाय सपुष्प वनस्पतींचा विशेष जें 'बीज' त्यासारखेंच बीज 'फर्न' झाडाच्या कांही अश्मीभूत पूर्वजांचा अलीकडे शोध लागला आहे त्यांमध्येही होतें असें आढळून आलें आहे. त्यामुळे फर्नसदृश अपुष्प वनस्पति आणि बीजधारी सपुष्प वनस्पति यांच्यामधील उत्क्रांतीच्या कांही पायऱ्या दृष्टोत्पत्तीस आल्या आहेत. तरी अद्यापि अज्ञात पायऱ्या पुष्कळच आहेत आणि कदाचित् कायमच्याच अज्ञात

राहतील. तथापि ज्या पायऱ्यांचा शोध लागला आहे त्यांवरून वनस्पतींच्या जातींच्या उत्क्रांतीबद्दल बरीच खात्री वाटूं लागते.

निरनिराळया वनस्पतिवर्गांतील रूपभेदांच्या आणि अवस्था-भेदांच्या तुलनात्मक अभ्यासाने उत्क्रांतीच्या पायऱ्या हळू हळू स्पष्ट होऊं लागतात. परिस्थितींतील फरक आणि बाह्यरूप व अंतर्रचना यांतील भेद यांचाही उत्क्रान्तितत्त्वाप्रमाणें सुसंगत अर्थ लावतां येतो. वनस्पतींतील अवस्थाभेदांचें वर्णन करतांना उल्लेखिलेल्या शैवाल, राजहंस वगैरे अपुष्प वनस्पतींमध्ये सापडणाऱ्या पिंडोत्पादक आणि रेणूत्पादक अवस्थांची सपुष्प वनस्पतींत सापडणाऱ्या तसल्याच अव-स्थांशीं तुलना केली असतां असें दिसून येतें की आकाराच्या आणि विशिष्टीभवनाच्या बाबतींत पिंडोत्पादक अवस्था केव्हाही फारशी पुढे सरसावली नव्हती. उलट तिच्या उत्क्रांतींत तिचा उत्तरोत्तर ऱ्हासच झालेला दिसतो. याच्या उलट रेणूत्पादक अवस्थेची उत्क्रान्ति झालेली दिसते. शैवालांतील लहान आकाराची, आणि पिंडोत्पादक अवस्थेवर पोषणाकरितां थोडी फार अवलंबून असणारी, रेणूत्पादक अवस्था कोठे आणि सपुष्प वनस्पतींतील विस्तृत आकाराची, स्वतंत्र-पणें स्वतःचें पोषण करणारी आणि लुप्तप्राय अशा आपल्या पिंडो-त्पादक अवस्थेस आपल्या शरीरावर पोसून तिच्याकडून तिचें काम मात्र करवून घेणारी रेणूत्पादक अवस्था कोठे ? या उत्क्रांतीचा अर्थ लावावयाचा प्रो. बॉवर यांनी आपल्या Origin of Land Flora या प्रबंधांत प्रयत्न केला असून त्यांच्या मतें रेणूत्पादक अवस्थेची उत्क्रांति आणि पिंडोत्पादक अवस्थेचा ऱ्हास हीं वनस्पतींचें निवास-स्थान पाण्यांतून हलके हलके कोरडया जमिनीवर गेल्यामुळे त्यांच्यांत घडून आलेल्या निर्जल परिस्थितीला अनुरूप अशा शरीररचना-भेदांचीं द्योतक आहेत.

प्रकरण नववें

वनस्पतींचें सामाजिक जीवन आणि वनस्पतींचा पृथ्वीतलावर विन्यास

आतापर्यंत वनस्पतींच्या व्यक्तिशः जीवनाची माहिती येऊन गेली. पण मनुष्यांत ज्याप्रमाणें व्यक्तिशः जीवनाशिवाय सामुदायिक जीवनाकरितां समाज, खेडीं, शहरें, राष्ट्रें वगैरे लहान मोठे संघ बनतात त्याप्रमाणेंच वनस्पतींनही बनतात असें थोडया निरीक्षणाने कळण्यासारखें आहे. मनुष्यांचे समाज 'समानशीलव्यसनेषु सख्यम्।' या न्यायाने बनतात. त्याप्रमाणेंच कोणत्याही प्रदेशांत जमिनीवर किंवा पाण्यांत स्वाभाविकपणें वाढणाऱ्या वनस्पतींचें निरीक्षण केल्यास असें दिसून येईल की जमिनींतील पोषक द्रव्यें, पाणी, प्रकाश, हवा, उष्णता वगैरे गरजांच्या बाबतींत ज्यांचें साधर्म्य आहे अशा वनस्पतींचे लहान मोठे गट बनतात. वनस्पतींचें जीवन आर्क्टिक प्रदेशाइतक्या थंड प्रदेशांत, तसेंच उष्ण कटिबंधांतील उष्ण देशांत किंवा गरम पाण्यांच्या झऱ्यांच्या प्रखर उष्णतेंत किंवा उघडया निर्जल खडकावर, तसेंच खाऱ्या किंवा गोडया पाण्यांत, सहारासारख्या प्रखर प्रकाशाच्या निर्जल वाळवंटांत, तसेंच अंधेऱ्या गुहेंत आणि जंगलांतील मोठ्या झाडांच्या गर्द छायेंत, अशा अत्यंत भिन्न भिन्न परिस्थितींत संभवतें. पण सर्वच वनस्पति सर्वच परिस्थितींत राहूं शकत नाहीत. निरनिराळ्या परिस्थितींत राहणाऱ्या वनस्पतींच्या शरीररचनेंत आणि जीवनव्यापारांत त्या परिस्थितीस अनुरूप अशा योजना घडून आलेल्या असतात असें ६व्या प्रकरणांत 'व्यक्तिसंरक्षणाच्या योजना'

(पृ. १३४) या सदराखाली सांगितलें आहे. अशा योजना ज्या वनस्पतींत किंवा वनस्पतींच्या जातींत असतील त्याच कोणत्याही विशिष्ट जागेंत राहूं शकतील आणि अशा वनस्पतींचे तेथे लहान मोठे गट होतील. या गटांची आता थोडी माहिती दिली पाहिजे.

समुद्राच्या खोल पाण्यांत डायाटम्स् नांवाच्या एकपेशीय पिंगट रंगाच्या नीलिका असतात (आ० ९४). समुद्रांतील लहान प्राण्यांची उपजीविका यांच्यावर चालते आणि या प्राण्यांवर उपजीविका करणारे इतर समुद्रवासी प्राणी अप्रत्यक्षपणें का होईना पण या डायाटम्स्वरच अवलंबून असतात. डायाटम्स्शिवाय मोकळया तरंगणाऱ्या तांबडया आणि पिंगट रंगाच्या नीलिकाही अशा खोल पाण्यांत आढळतात.

समुद्रकाठावरील खडकांवर जेथे वरचेवर समुद्राचें खारें पाणी येऊन जातें तेथे बहुधा चिकटून वाढणाऱ्या तपकिरी किंवा पिंगट रंगाच्या नीलिका (शेवाळीं) आढळतात (आ० ३६, ९९). याशिवाय खडकांस चिकटून वाढणाऱ्या हिरव्या रंगाच्याही कांही नीलिका अशा ठिकाणीं आढळतात.



समुद्रांत आढळणारी सॅरगॅसम् नांवाची पिंगट-वर्णाची नीलिका (शेवाळ)

(आकृति ५५)

यांशिवाय समुद्रकाठच्या आणि इतर ठिकाणच्या खडकांवर 'दगडफूल' नांवाची संयुक्त वनस्पति आढळते. यांतील अळिंब आणि नीलिका यांच्या परस्पर सहकारितेचें वर्णन सातव्या प्रकरणांत आलें आहे. अशा खडकांवर पावसाळयांत नीलवर्णाच्या नीलिकाही केव्हा केव्हा आढळतात, पण त्या उन्हाळयांत वाळून जातात.

समुद्रापासून वनस्पतींची पाहणी करीत करीत समुद्रकाठच्या वनस्पतींकडे पाहिलें तर तेथे खाऱ्या पाण्याच्या जागेंत वाढणाऱ्या निरनिराळ्या जातींच्या सपुष्प वनस्पतींचा समूह दिसतो. त्या सर्वांत अशा परिस्थित्यनुरूप श्वासोच्छ्वासक मुळें, जाड पानें, बीजांचें फुलांत असतांनाच रुजणें, आद्य मूलांची लांब वाढ होऊन त्याच्या अणकुचीदार टोकामुळे बीजांकुराची बाणासारखी घटना होऊन तो फुलांतून सुटा झाल्यावर दलदलीच्या जागीं खोल पेरला जाणें, भरती ओहोटीच्या पाण्यास झाडास अपाय न करतां त्यामधून खेळतां येण्याजोगी मुळांची विस्कळीत आणि जमिनीच्या सपाटीच्यावर पुष्कळशी उंच मांडणी (आ० ४८) इत्यादि योजना दिसतात, त्या फार आश्चर्यकारक आहेत.

समुद्रकाठच्या रेताड प्रदेशाकडे पाहिलें तर तेथील पाण्याच्या दुर्भिक्षास आणि जमिनीच्या भुसभुशीतपणास अनुरूप अशा योजना —खूप खोलपर्यंत जाणारीं मुळें, बुंधा जमिनीसरपट जाऊन त्याच्या प्रत्येक कांडापासून मुळें निघून त्यायोगें वाळूचे कण बांधून घट्ट बांधले जाणें, पानाची त्वचा जाड असून तींतील रंध्रांची पानांच्या फक्त खालच्या बाजूस मांडणी होणें आणि त्यांची संख्या मर्यादित असणें, बुंध्यांच्या आणि पानांच्या आंत पाणी साठविण्याची व्यवस्था असणें वगैरे योजना ज्यांत दिसतात अशाच वनस्पति समुद्रकाठच्या रेताडांत वाढत असलेल्या दिसतील. समुद्रापासून दूर जमिनीवर जावें तर सपाट प्रदेशांतील सुपीक जागेवर आणि डोंगरांवर वाढणारे, पावसाच्या प्रदे-

शांत आणि कोरडया प्रदेशांत, थंड आणि उष्ण व समशीतोष्ण प्रदेशांत वाढणारे, गोडया पाण्याच्या जलाशयांत वाढणारे, आणि दलदलीच्या प्रदेशांत अथवा वाहत्या पाण्यांत वाढणारे असे निरनिराळे, त्या त्या परिस्थितीस अनुरूप अशा शरीरघटना आणि जीवनव्यापार दाखविणारे वनस्पतिसंघ सापडतात. आणि व्यवहारांत ते, माळरान, कुरणें, राई, कुंज, वन, अरण्य, जंगल वगैरे संज्ञांनी ओळखले जातात. पण त्या सर्वांचें येथे वर्णन करणें शक्य नाही. येथे फक्त येवढेंच सांगितलें पाहिजे की व्यक्तिसंरक्षणाच्या त्याच योजना दोन परस्पर अत्यंत विरुद्ध अशा परिस्थितींत केव्हा केव्हा आढळून येतात. उदाहरणार्थ, सहारासारख्या वाळवंटाच्या प्रदेशांतील झाडांत खुरटलेली वाढ, काटेरी लहान आकाराचीं किंवा पापुद्रयासारखीं पानें, शरीरांत पाण्याची साठवण करण्याची व्यवस्था, हरिद्द्रव्ययुक्त आणि बिलबिलीत बुंधे, पर्णरंध्रांची मर्यादित संख्या, पाण्यास अभेद्य अशी जाड त्वचा, इत्यादि योजना दिसतात; तशाच योजना हिम प्रदेशांतील किंवा हिमालयाच्या हिमाच्छादित भागावरील झाडांतही दिसून येतात. दोन्हींचें कारण तेंच -पाण्याचें दुर्भिक्ष्य. वाळवंटांत पाणी मुदलांतच नसतें, हिमाच्छादित प्रदेशांत तें भरपूर असून प्रवाही स्थितींत नसल्याने झाडांच्या मुळांना तें शोषून घेतां येत नाही म्हणून असून नसल्यासारखेंच. समुद्रकिनाऱ्यावरील दलदलीच्या जागीं वाढत असलेल्या झाडांचीं पानें आणि इतर शरीररचना बरेचदा वाळवंटांतील झाडांची आठवण करून देते, त्याचें कारणही तेंच. तेथे प्रवाही रूपांत पाणी मुबलक असूनही त्याच्या खारटपणामुळे झाडांना त्याचें दुर्भिक्ष असल्यासारखेंच होतें. या प्रकारचें आणखी एक उदाहरण म्हटलें म्हणजे समशीतोष्ण प्रदेशांतील झाडें आणि उष्ण कटिबंधांतील झाडें. यांचीं सर्व पानें एका विवक्षित ऋतूंत गळून पडतात. कारण एकच—परिस्थितीच्या प्रखरते-

मुळे झाडांतून होणारा बाष्पोच्छ्वास कमी करण्याची आवश्यकता. पण हा प्रसंग एका ठिकाणीं अति थंडीमुळे हिवाळ्यांत तर दुसऱ्या ठिकाणीं अति उष्णतेमुळे उन्हाळ्यांत प्राप्त होतो.

वनस्पतिसंघाविषयीं लिहितांना मोठ्या वनस्पतिसंघांत दिसून येणाऱ्या एक प्रकारच्या सहकारितेचा उल्लेख केल्यावाचून राहतां येत नाही. कारवार जिल्ह्यांतल्यासारख्या एका मोठ्या जंगलाचें उदाहरण घेऊं. अशा मोठ्या वनस्पतिसंघांत अनेक भिन्न जातींच्या आणि भिन्न रूपांच्या आणि जीवनक्रमाच्या वनस्पति पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील एकाच प्रदेशांत राहूं शकतात तें ह्या सहकार्यामुळेच हें थोडा विचार केल्यावर कळेल. जंगलांतील जमीन भुसभुशीत, अन्नद्रव्यांनी परिपूर्ण अशी असते. पुष्कळ पाऊस असल्यामुळे पाण्याचा पुरवठा भरपूर असतो. तसाच प्रकाशही पुष्कळ असतो. अशा स्थितींत वनस्पतिसृष्टींतील उच्च कोटींतील महावृक्षांची उत्तम वाढ होणें साहजिकच आहे. पण ह्या वृक्षांच्या आश्रयानें वाढणाऱ्या किती तरी तऱ्हेच्या वनस्पति त्याच जंगलांत दिसून येतात. त्यांतील कांही महावृक्षावर नुसत्याच 'उपरिनिवासी' (Epiphytic) असतात (आ० ९६). म्हणजे त्या महावृक्षाच्या फांद्यांचा किंवा बुंध्याचा आश्रय मात्र घेतात, पण त्यांच्यापासून अन्न चोरून घेत नाहीत. या उपरिनिवासी वनस्पतींत 'दगडफूल,' निरनिराळ्या जातीच्या नीलिका आणि शैवालें, राजहंस किंवा नेचे, निरनिराळ्या जातींच्या लहान मोठ्या वेली, आर्किड्स् वगैरे सावयव आणि निरवयव, सपुष्प आणि अपुष्प अशा सर्व वर्गांतील वनस्पति आढळतात. जंगलांतील वृक्षांवर वाढणाऱ्या दुसऱ्या वनस्पति परोपजीवी असतात. निरनिराळीं बांडगुळें आणि भूछत्रासारख्या अळिंब वर्गांतील वनस्पति ह्या अशा परोपजीवी वनस्पतींचीं उदाहरणें होत. याशिवाय महावृक्षांच्या छायेखाली वाढणारीं झुडपें आणि

त्यांच्याही खाली वाढणारीं तृणें, जमिनीच्या पाचोळयांत आणि खुद्द जमिनींत वाढणाऱ्या अळिंब वर्गांतील वनस्पति, या सर्व एका ठिकाणीं एकमेकांना अडचण न करितां जणूं काय एकमेकांच्या सोयीअडचणी पाहूनच गुण्यागोविंदाने पृथ्वीवरील एका प्रदेशांत राहतात. महावृक्षांचीं मुळें खोल जमीनींत आपलीं अग्रें पाठवून तेथील पाणी शोषतात. हीं मुळें वरवर वाढणाऱ्या झुडपांच्या मुळांच्या आड येत नाहीत, तशींच झुडपांचीं मुळें त्यांच्यापेक्षाही वर वाढणाऱ्या तृणादिकांच्या मुळांच्या आड येत नाहीत. प्रकाशाच्या बाबतींत महावृक्षांइतकीच प्रकाशाची जरूरी असणाऱ्या वेली आपल्या बारीक पण लवचिक आणि संवेदनायुक्त बुंध्याच्या योगाने मोठ्या वृक्षांच्या आश्रयाने त्यांच्या फारशा वाटेंत न येतां प्रकाशापर्यंत जाऊन पोचतात. तर जंगलाच्या छायेंत वाढणारीं झुडपें आपली अन्ननिर्मिति तेथील कमी प्रकाशावरच करूं शकतात. अशा रीतीने 'स्वतः जगा आणि दुसऱ्यासही जगूं द्या' (Live and let live) या तत्त्वावर हे वनस्पतिसंघ आपला आयुष्यक्रम चालवीत असतात.

परिस्थितींतील भेद आणि तदनुरूप वनस्पतींची आणि वनस्पतिसंघांची पृथ्वीतलावर वाटणी हा एक वनस्पतिशास्त्रांतील मनोरंजक आणि उपयुक्त भाग आहे. त्याच्या ज्ञानाने पृथ्वीवर कोठे कोठे कोणत्या वनस्पति आढळतात आणि आढळणें संभवनीय आहे हें तर कळतेंच पण वनस्पतींच्या मूलस्थानांतील परिस्थितीच्या ज्ञानाने मनुष्यास त्या वनस्पति जर दुसऱ्या प्रदेशांत नेऊन लावावयाच्या असतील तर त्या तेथे होतील किंवा नाही, किंवा त्यांना कोणती परिस्थिति मुद्दाम निर्माण करून द्यावी लागेल हें सांगतां येईल. शेतें आणि बागा हीं अशा कृत्रिम रीतीने अनुकूल परिस्थिति निर्माण करून केलेले एका किंवा अधिक जातींच्या वनस्पतींचे संघच होत.

प्रकरण दहावें

वनस्पतींची आयुर्मर्यादा

आतापर्यंतच्या वनस्पतिजीवनाविषयीं दिलेल्या माहितीवरून ही गोष्ट मनावर पूर्णपणें ठसली असेल की प्राण्यांप्रमाणेच वनस्पतींच्याही सर्व जीवनव्यापारांचें उद्दिष्ट स्वसंरक्षण आणि जातिसंरक्षण हेंच असतें. आता कालाच्या मानाने, हें उद्दिष्ट त्यांना कितपत साधतें याचा विचार करूं. म्हणजे व्यक्तिश: वनस्पतींच्या आयुष्याला कांही मर्यादा आहेत काय? आणि मनुष्यप्राण्याच्या इतिहासांत ज्याप्रमाणें कांही कुळांची, जातींची किंवा राष्ट्रांची कांही काळ भरभराट होऊन नंतर त्यांना उतरती कळा लागून शेवटीं त्यांचा ऱ्हास झालेला आढळतो, त्याप्रमाणें वनस्पतींच्या इतिहासांत कांही प्रकार असतो काय? या प्रश्नाची चर्चा आता केली पाहिजे.

'मरणं प्रकृति: शरीरिणाम्' या वचनाला वनस्पति अपवाद नाहीत हें सांगावयास नको. पण निरनिराळ्या वनस्पतींच्या आयुर्मर्यादेंत फारच फरक दिसून येतो. कांही सूक्ष्म वनस्पतींची जीवितयात्रा थोडया तासांतच संपते तर कांहींची थोडया दिवसांत किंवा थोडया महिन्यांत संपते. आपल्या नेहमीच्या परिचयाच्या सपुष्प वनस्पतींत आयुर्मर्यादेप्रमाणें एकवार्षिक, द्विवार्षिक आणि बहुवार्षिक असे भेद पाडतां येतात. तृणवर्गांतील बहुतेक वनस्पति (गवतें) एकवार्षिक असतात. म्हणजे बी रुजण्यापासून पुन्हा बीजोत्पत्ति होऊन तें नवीन बी रुजण्याची वेळ येईपर्यंत त्यांना एक वर्ष लागतें. बीजोत्पत्तीनंतर मूळ वनस्पति सामान्यत: मरून जाते. द्विवार्षिक वनस्पतीचें उदाहरण म्हणून गाजराचा जीवितक्रम पाहावा. बी रुजून पहिल्या

वर्षी गाजराचें जें झाड येतें त्याला फुलें येत नाहीत, पण गाजर (म्हणजे ज्यांत अन्नाचा साठा केला आहे असें मूळ) तयार होतें व वरचें झाड मरून जातें. पण मागे एक पर्णकलिका किंवा कोंब शिल्लक रहातो, त्यापासून दुसऱ्या वर्षी नवीन झाड तयार होतें व त्याला फुलें येऊन बी तयार होतें. बहुवार्षिक वनस्पतींत बहुतेक मोठीं झाडें येतात. त्यांतही दोन प्रकार आढळतात. एका प्रकारांत मूळ वृक्ष अनेक वर्षें जगून वर्षानुवर्ष त्याला फुलें, फळें व बिया येतात. बहुतेक बहुवार्षिक वनस्पति याच प्रकारच्या असतात. पण कांहींना, (उदाहरणार्थ, बांबू, घायपात) त्या पुष्कळ वर्षें जगतात तरी, फुलें, फळें व बिया एकदाच येतात व तीं आलीं म्हणजे मूळ झाड मरून जातें. पहिल्या प्रकारचीं बहुवार्षिक झाडें शेंकडो किंबहुना हजारों वर्षे जगत असल्याचे खात्रीलायक पुरावे आहेत. असाच देवदाराच्या वर्गांत येणारा एक जांबुवंत वृक्ष अमेरिकेंत ओआक्साका या गावांतील एका देवळाच्या आवारांत आहे. तो त्याच्या आकारमानावरून ४००० वर्षे वयाचा असावा असा अजमास केला आहे.

या आताच दिलेल्या दीर्घायुष्याच्या उदाहरणावरून मृत्यु म्हणजे काय, तो कांहीं जीवांना लवकर कां येतो व कांहींना उशीरा कां येतो, हे प्रश्न मनांत उद्भवतात. मृत्यूचें तात्त्विक स्वरूप कसें असतें या प्रश्नाचा विचार आमच्या आटोक्याबाहेर आहे. तथापि व्यावहारिक दृष्ट्या मृत्यूचें निश्चित लक्षण म्हणजे प्राण्यांचें दृश्य अधिष्ठान जो जीवनरस तो नाहीसा होणें किंवा सजीवतेचीं चिन्हें दाखविणारे त्याचे व्यापार (श्वासोच्छ्वास, हालचाल, संवेदना इत्यादि) कायमचे बंद होणें असें सांगतां येईल. मृत्यूच्या व्याख्येप्रमाणें ज्या जीवांचीं शरीरें एकाहून अधिक पेशींचीं बनलेलीं असतात त्यांमध्ये मृत्यूचे दोन प्रकार दिसून येतात. एक सार्वत्रिक (सर्व शरीराचा) मृत्यु व दुसरा स्थानिक (शरीराच्या विशिष्ट भागाचा)

मृत्यु, हे प्रकार वनस्पतींत व प्राण्यांत दोन्हींमध्ये आढळतात. सबंध झाड किंवा एखादा प्राणी मरणें म्हणजे सार्वत्रिक मृत्यूचा प्रकार झाला. पण झाडांचीं पानें गळून पडणें किंवा प्राण्यांचे केस किंवा नखें निघून जाणें हीं स्थानिक मृत्यूचीं उदाहरणें होत. म्हणजे शरीराच्या कांही भागाच्याच तेवढ्या पेशी या प्रकारांत मरतात. वरिष्ठ कोटींतील प्राण्यांच्या विशिष्ट शरीररचनेमुळे व त्यांच्या निरनिराळ्या अवयवांमध्ये व इंद्रियांमध्ये असलेल्या निकट संबंधामुळे त्यांच्या शरीराच्या एखाद्या भागाच्या स्थानिक मृत्यूचा परिणाम साधारणपणें लवकरच शरीराच्या सार्वत्रिक मृत्यूंत होतो. पण वनस्पतीच्या शरीरांत प्राण्यांच्या रक्तवाहिन्या किंवा ज्ञानतंतु यांसारखे पेशीसंघ नसल्यामुळे किंवा असले तरी पूर्णावस्थेस पोचले नसल्यामुळे त्यांच्या शरीरांतील एका भागाच्या स्थानिक मृत्यूचा परिणाम फारसा किंवा लवकर होत नाही. शिवाय त्यांचे अवयव प्राण्यांच्या अवयवांप्रमाणें मर्यादित संख्येचे नसतात. (हें कोणत्याही झाडाच्या असंख्य पानांकडे किंवा मुळ्यांकडे पाहतांच लक्षांत येईल.) त्यामुळे ह्या अवयवांतील कांही भाग मेले असतां सबंध शरीराचें एवढेंसें नुकसान होत नाही. प्राण्यांशीं तुलना करतां वनस्पति दीर्घायुषी भासतात त्याचें हें एक कारण आहे. पण दीर्घायुषी वृक्षांच्या शरीरांत देखील व्यक्तिशः पेशींचा विचार केला तर त्याच्या सजीव भागाचें प्रमाण त्याच्या निर्जीव भागाशीं फारच लहान असतें. वृक्षाची साल व त्याचा बराचसा काष्ठमय भाग हे उपयोगी असले तरी वस्तुतः मृत असतात, कारण त्यांतील जीवनद्रव नाहीसा झालेला असतो.

वरील विवेचनावरून वरिष्ठ कोटींतील प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या आयुर्मर्यादेंतील अंतराचा जरी थोडासा खुलासा होत असला तरी एकाच जातीच्या प्राण्यांमध्ये किंवा वनस्पतींमध्ये कांही लवकर कां मरतात व कांही उशिरा कां मरतात हें समजणार नाही. वर

उल्लेखिलेल्या ४००० वर्षे वयाच्या वृक्षाचे असंख्य जातिबांधव जे मरून गेले ते कां मेले व इतरांप्रमाणेंच उशीरा का होईना, पण पुढे मागे हा वयोवृद्ध वृक्षही मृत्यु पावेल त्याचें कारण काय असावें ? मरण हें खरोखरीच जीवनाचा अवश्य परिणाम आहे काय ? अथवा तोच प्रश्न दुसऱ्या शब्दांनी करावयाचा म्हणजे अमरत्व हें अशक्य कोटींतलें आहे काय ? असल्या प्रश्नांवर वनस्पतिजीवनाच्या अभ्यासापासून कांही प्रकाश पडतो काय तें आता पाहूं.

सामान्यत: जीवसृष्टींत असा नियम दिसतो की जोपर्यंत एखाद्या जीवाची अंतर्बाह्य स्थिति आणि त्याची परिस्थिति ही त्याच्या जिवंतपणास कोणत्याही प्रकाराने विघातक नसतात तोंपर्यंत त्याला मरणाचें भय नाही. प्रत्येक जीवास, मग तो एक पेशीमय असो वा अनेकपेशीमय असो, त्याला आवश्यक अशा कांही अंत:स्थ आणि बाह्य गोष्टी असतात. उदाहरणार्थ—पाणी, उष्णता, अन्न, विषारी द्रव्यांचा अभाव, शत्रूंपासून संरक्षण वगैरे. या गोष्टी प्रत्येक व्यक्तीस कमीअधिक प्रमाणांत अत्यंत अवश्य असतात. त्या ज्या प्रमाणांत पाहिजे असतात त्या प्रमाणांत त्या मिळत आहेत, तोंपर्यंत त्या व्यक्तीला जिवंतपणें टिकण्यास कांही अडचण नाही. उदाहरणार्थ, समजा की एखाद्या वृक्षाला त्याच्या विस्ताराला जरूर तेवढी जागा, पाणी, हवा, सूर्यप्रकाश वगैरे मिळत आहे, वादळापासून आणि इतर अपघातांपासून आणि परोपजीवी प्राणी आणि वनस्पति यांपासून त्याचें पूर्णपणें रक्षण होत आहे तर असा वृक्ष निवळ कालाच्या गतीने मरून जाईल असें नाही. म्हणजे तो वस्तुत: अमरच आहे. कांही वृक्ष हजारों वर्षें जगतात त्यांनी हेंच अमरत्व सूचित केलें जातें. याशिवाय अत्यंत जुन्या झाडांपासून घेतलेल्या खुंटापासून नवीन झाडें तयार होतात तीं बीजापासून उत्पन्न झालेल्या झाडांपेक्षा जोमांत किंवा आयुर्मर्यादेंत कोणत्याही प्रकारें कमी दिसून येत नाहीत. द्राक्षाचे

वेल पिढयानपिढया या पद्धतीने तयार होत आले आहेत. तात्त्विक दृष्ट्या हल्ली अस्तित्वांत असलेल्या वेलांचें वय ज्या मूळ वेलापासून त्यांचे खुंट निघाले होते त्यांच्याइतकेंच धरलें पाहिजे, कारण दोहोंची मुळांत एकाच बीजापासून उत्पत्ति झालेली असते. तात्पर्य हें की परिस्थिति अनुकूल असेल तर वनस्पति अमर होऊं शकतील !

पण प्रत्यक्ष व्यवहारांत कोणत्याही जीवाला त्याच्या जिवंतपणास आवश्यक असणाऱ्या सर्वच गोष्टी सर्वकाळ मिळत नसतात; म्हणून प्रत्येक जीविताला केव्हा तरी मर्यादा पडतेच. वनस्पतींच्या बाबतींत परिस्थितीपैकी पाणी व उष्णता यांचीं स्थित्यंतरें हीं त्यांच्या मरणाचीं मुख्य कारणें होत.

प्रत्येक झाड सामान्यतः एका विशिष्ट उंचीपर्यंत झपाट्याने वाढतें. त्या उंचीला पोचल्यावर जरी दर वर्षी त्याला नवीन फांद्या फुटत असतात व झाड वाढतच असतें तरी त्याच्या उंचीमध्ये तादृश फरक झालेला दिसून येत नाही; याचेंही कारण ठराविक उंचीपुढे पाणी पोचविण्यास त्या झाडाची शरीररचना असमर्थ होते हेंच असावें, असा तर्क आहे. गवतासारख्या नाजूक एकवार्षिक वनस्पति दरवर्षी उन्हाळ्यांत मरून जातात, पण त्यांचें उष्णतेपासून रक्षण करून पाणी भरपूर दिलें असतां त्याही बहुवार्षिक होऊं शकतात असा अनुभव आहे. पाणी व अन्नसामग्री यांची कमतरता व उष्णतेचा अभाव किंवा अतिरेक, याशिवाय वादळ, वीज, कठीण पदार्थांशीं घर्षण इत्यादि प्रकारांनी होणाऱ्या जखमा, आणि परोपजीवी प्राणी (प्रायः अळिंबवर्गांतील) यांच्यापासून होणारे उपद्रव (रोग) हीं वनस्पतींच्या मृत्यूची सर्वसाधारण कारणें होत. निरनिराळ्या व्यक्तींना हे उपद्रव निरनिराळ्या प्रमाणांत होत असल्याकारणाने व्यक्तीव्यक्तींच्या आयुर्मर्यादेंत मोठें अंतर पडतें हें निराळें सांगण्यास नकोच.

आता राहिला प्रश्न वनस्पतींच्या जातींच्या अथवा कुळांच्या

टिकाऊपणाचा. व्यक्ति मेली तरी जातिसंरक्षणाच्या अनेक युक्त्या मागे (पृ. १३९ पहा) वर्णिलेल्या आहेत, त्या कितीशा यशस्वी होतात तें पाहावयाचें आहे. आपण आपल्या सभोवार पाहिलें तर पृथ्वीच्या ज्या भागावर भौगोलिक घडामोडींचा (धरणीकंप, तलाव, नदी आटून जाणें वगैरे) किंवा मनुष्याच्या खटपटीचा फारसा परिणाम झालेला नाही, अशा ठिकाणच्या वनस्पतींच्या जातींची संख्या व त्यांचें एकमेकींशीं प्रमाण हीं बहुतकरून वर्षानुवर्षे तींच असतात. पण जेथे जेथे वनस्पतीच्या परिस्थितींत स्वाभाविक किंवा मनुष्यकृत कारणांनी मोठा फरक घडून येतो तेथे तेथे कांही कांही वनस्पतींच्या जातींना ती बदललेली परिस्थिति प्रतिकूल किंवा अनुकूल होऊन त्याप्रमाणे तिचा ऱ्हास किंवा विकास होतो, आणि याप्रमाणें पृथ्वीवरील कोणत्याही प्रदेशावरील वनस्पतिसमूहाचें दृश्य स्वरूप पालटत असतें. डोंगरावरील वनस्पतिसमूह पाण्यांतील किंवा वाळवंटांतील वनस्पतिसमूहापेक्षा अगदी निराळ्या स्वरूपाचा असतो, हें सर्वांस माहीत आहेच. पण पृथ्वीच्या इतिहासांत तिच्या पृष्ठभागावरील हवा, पाणी, माती वगैरेंत होणाऱ्या मोठमोठ्या फेरफारांमुळे तीवर निरनिराळ्या युगांत निरनिराळे वनस्पतिसमूह व प्राणिसमूह होऊन गेले आहेत, ही भूगर्भशास्त्राच्या अभ्यासाने सिद्ध झालेली गोष्ट मात्र सर्वांस माहीत असेल असें नाही. पृथ्वीच्या पृष्ठभागांतील खडकांच्या थरांचा बारकाईने अभ्यास करतांना भूगर्भशास्त्र्यांस अनेक अपरिचित प्राण्यांचे व वनस्पतींचे अश्मीभूत (दगड झालेले) सांगाडे, ठसे किंवा अवशेष सापडले आहेत. या प्राचीन जीवावशेषांच्या अथवा उत्खातांच्या* (यांना इंग्रजींत फॉसिल Fossil म्हणतात) अभ्यासाचें

---

* उत्खात म्हणजे खणून काढलेले प्राण्यांचे आणि वनस्पतीचे अवशेष. खडकांतून खणून बाहेर काढावे लागतात यावरून अशा अवशेषांस 'उत्खात' ही संज्ञा प्राप्त झाली आहे.

एक स्वतंत्र शास्त्रच 'पॅलीओंटॉलॉजी' (प्राचीन जीवशास्त्र) म्हणून झालें आहे. सोयीकरितां याही शास्त्राचे पॅलीओ झुऑलॉजी (प्राचीन प्राणिशास्त्र) व पॅलीओ बॉटनी (प्राचीन वनस्पतिशास्त्र) असे दोन भाग करीत असतात. प्राचीन जीवावशेषांच्या अभ्यासाने वनस्पतींच्या व प्राण्यांच्या इतिहासावर फारच मनोवेधक प्रकाश पडला आहे व यावरून असें स्पष्ट झालें आहे की आज पृथ्वीवर ज्या प्राण्यांच्या किंवा वनस्पतींच्या जाती दिसत आहेत त्या सर्व आणि सर्वकाळ तेथे नसून त्यांच्यामध्ये युगांतराने फरक पडत चालला आहे. त्यांचा निरनिराळ्या युगांत परिस्थित्यनुसार ऱ्हास अथवा उदय झालेला आहे. आकृति ९७, ९८, मध्ये निरनिराळ्या युगांतील प्राणी व वनस्पति यांचे समूह दाखविले आहेत. हे अर्थात कल्पनेने काढले आहेत. पण कल्पनेच्या मुळाशीं निरनिराळ्या युगांतील खडकांच्या थरांत सापडलेले प्राचीन जीवांचे अवशेष आहेत आणि म्हणून हीं कल्पनाचित्रें विश्वसनीय मानण्यास हरकत नाही. ह्यावरून प्राचीन काळचे प्राणी व वनस्पति आधुनिक काळापेक्षा किती निराळे होते तें दिसून येईल. भूगर्भशास्त्राच्या या शोधाने प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या जाती या सर्व एकदम एकाच वेळेस निर्माण केल्या गेल्या असून त्या सर्व काळीं त्याच स्वरूपाच्या होत्या हें मत मागे पडून डार्विन-प्रभृतींनीं प्रतिपादिलेलें उत्क्रान्तितत्त्व जोराने पुढे आलें. उत्क्रान्ति-तत्त्वाप्रमाणें जीवांच्या जाती स्थिर नसून त्यांमध्ये वेळोवेळीं बदल होऊन त्यांपासून नवीन जाती निर्माण होतात. आणि ज्याप्रमाणें हल्ली अस्तित्वांत असलेल्या जीवांच्या जाती त्यांच्यापूर्वी होऊन गेलेल्या जातींपासून उद्भवल्या आहेत त्याप्रमाणेंच भविष्यकाळींही हल्लीच्या जातींपासून नवीन जाती उत्पन्न होण्याचा संभव आहे. जीवशास्त्रज्ञांना या उत्क्रान्तिवादांत भूगर्भशास्त्रज्ञांकडून पुष्कळच मदत झाली आहे. उलटपक्षीं भूगोलाच्या अभ्यासकांना प्राचीन जीव-

शास्त्राच्या अभ्यासकांकडून पूर्वयुगांतील हवा, पाणी व पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची रचना यांचा तर्कानें अजमास करण्यास फारच मदत झालेली आहे. एका शास्त्राच्या अभ्यासाला दुसऱ्या शास्त्राच्या अभ्यासानें कशी अकल्पित रीतीनें केव्हा केव्हा मदत होते याचें हें एक उत्तम उदाहरण आहे.

प्रकरण अकरावें

वनस्पतिशास्त्राची रूपरेखा

आतापर्यंतच्या प्रकरणांत वनस्पतिजीवनाविषयीं सर्वसाधारण माहिती दिली आहे. तीवरून वनस्पतिशास्त्राचा विषय केवढा मोठा आणि चमत्कृतिपूर्ण आहे याची कल्पना येईल. आता वनस्पतिशास्त्राची सद्यःस्थिति काय आहे, त्याच्या शाखा उपशाखा कोणत्या झाल्या आहेत आणि त्याच्या अभ्यासापासून कोणते फायदे मिळतील, याविषयीं थोडी माहिती देणें 'नवभारत ग्रंथमाले'च्या उद्देशास अनुसरून होईल.

मनुष्यप्राणी शिकार करून उदरनिर्वाह करण्याचें सोडून जेव्हा कृषिकर्म करूं लागला तेव्हा वनस्पतिशास्त्रास सुरवात झाली असें म्हणणें चुकीचें होणार नाही. कारण वनस्पतिजीवननिरीक्षणास आणि बुद्धिपुरःसर वनस्पतिसंवर्धनास तेथूनच सुरवात झाली. पण वनस्पतिजीवनाविषयीं या रीतीने मिळालेली माहिती मानवजातीने अनुमानधपक्यानें, चुकतमाकत मिळविलेल्या इतर अनेक विषयांच्या माहितीप्रमाणें आधुनिक अर्थानें 'शास्त्रीय' या सदरांत मोडत नाही. आधुनिक अर्थानें वनस्पतींविषयीं शास्त्रीय माहिती, पहिल्या प्रथम जुन्या काळच्या वैद्य लोकांनी औषधी उपयोगाविषयीं जी माहिती

मिळविली ती होय. तसेंच ग्रीक शास्त्रज्ञांनी ‘ Herbals ’ म्हणजे वनस्पतिवर्णनें (वैद्यकशास्त्राच्याच उपयोगाकरितां मुख्यत्वें केलेलीं) लिहून ठेविलीं आहेत, तीं आधुनिक वनस्पतिशास्त्राचा पाया होत. वनस्पतींच्या बाह्य स्वरूपाचीं सचित्र वर्णनें लिहून ठेवणें हा आद्य वनस्पतिशास्त्राचा मुख्य उद्योग होता. अशा वर्णनावरून त्या वनस्पति सहज ओळखतां याव्यात हा या वर्णनाचा हेतु होता. पुढे वनस्पतीचें नामकरण आणि वर्गीकरण हीं ओघानेच आलीं. तथापि या सर्व उद्योगांत वनस्पतींकडे पाहण्याची दृष्टि व्यावहारिक म्हणजे वैद्यकशास्त्रांतील त्यांचा उपयोग लक्षांत ठेवणारी होती. प्रख्यात जीवशास्त्रज्ञ लिनिअस् याने त्याच्या वेळेच्या सर्व ज्ञात वनस्पतींना एका विशिष्ट पद्धतीने नांवें देऊन त्यांचें वर्गीकरण करून ठेवलें होतें. त्या वर्गीकरणाच्या सूचीच्या साहाय्याने कोणत्याही झाडाचें नांव ओळखून काढतां येत असे. पण वनस्पतींकडे त्या जीवसृष्टीच्या एक घटक आहेत या दृष्टीने स्टीफन हेल्स् आणि प्रीस्टूले यांच्याआधी आणि त्यांच्यानंतरही बराच कालपर्यंत कोणी फारसें पाहिलें नव्हतें. नवीन वनस्पति शोधून काढणें, त्यांना नांवें देणें, त्यांचें सविस्तर वर्णन करणें, हाच वनस्पतिशास्त्रज्ञांचा मुख्य उद्योग चार्लस् डार्विनच्या काळापर्यंत चालू राहिला. डार्विनच्या उत्क्रांतितत्त्वामुळे वनस्पतींच्या रूपविचारास आणि त्यांच्या वर्गीकरणास नवीन अर्थ प्राप्त झाला. रूपविविधतेचा ‘जीवनार्थ कलहांत’ उपयोग लक्षांत येऊं लागला आणि उत्क्रान्तितत्त्वांस अनुसरून हल्ली अस्तित्वांत असलेल्या निरनिराळ्या वनस्पतींच्या जातींचीं एकमेकांचीं जवळचीं दूरचीं नातीं लावणें हें वनस्पतींच्या वर्गीकरणाचें मुख्य उद्दिष्ट झालें. तसेंच वनस्पतींचा पृथ्वीतलावर प्रसार, प्राचीन अश्मीभूत झालेल्या वनस्पति, व वनस्पतींचा श्वासोच्छ्वास, हालचाली, संवेदना आणि त्यांच्या शरीरांत चाललेल्या असंख्य रासायनिक घडामोडी यांच्याविषयीं निरनिराळ्या

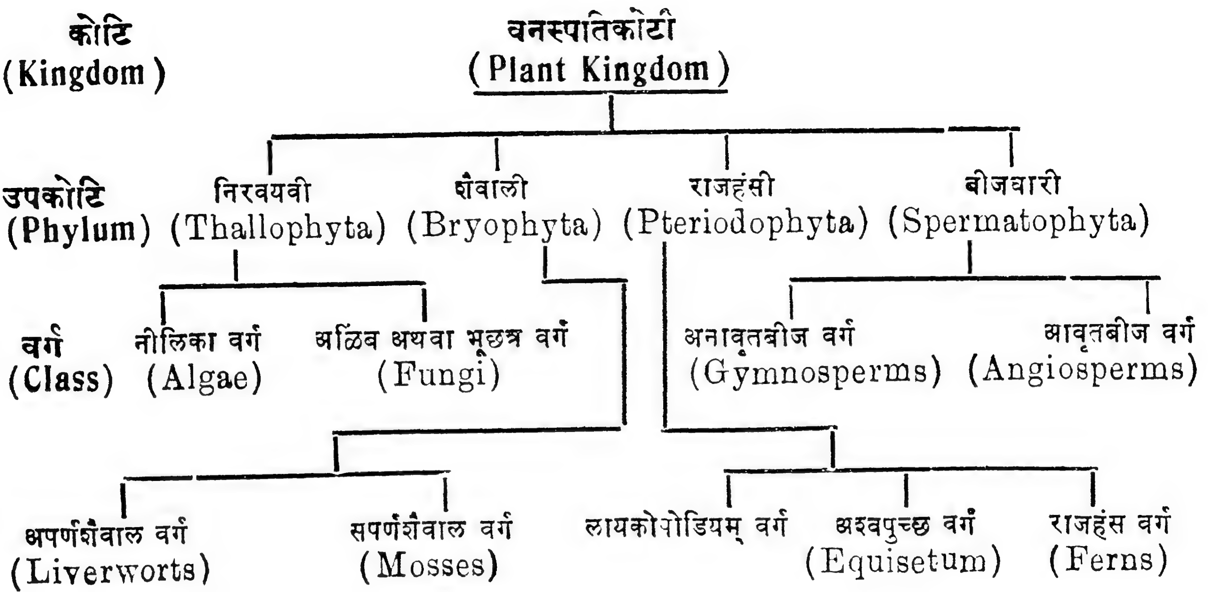
शास्त्रज्ञांनी मिळविलेल्या माहितीची एकोणिसाव्या शतकांतच भर पडली. सूक्ष्मदर्शकाच्या शोधामुळे वनस्पतींच्या शरीराच्या अंतर्रचने-विषयीं तर माहिती झालीच, पण त्याच्या योगें नुसत्या डोळयांनी अदृश्य अशा असंख्य वनस्पतींची आणि त्यांच्या जीवनक्रमाची माहिती मिळणें शक्य झालें. सूक्ष्मदर्शकांत सुधारणा होत गेली तसतशी शोधकांची दृष्टि खोल खोल जाऊं लागून वनस्पतींच्या जीवाचें अधि-ष्ठान जो जीवनद्रव त्याचा बारकाईने अभ्यास होऊं लागला. अशा रीतीने वनस्पतिविषयक ज्ञानांत सर्व बाजूंनी भर पडत पडत हल्लीचें वनस्पतिशास्त्र निर्माण झालें आहे. सर्व वनस्पतिसृष्टि ही या शास्त्राचा विषय असून त्याच्या अभ्यासाच्या सोयीकरितां अनेक शाखा उप-शाखा निर्माण झाल्या आहेत आणि अजून होत आहेत. त्यांतील मुख्य शाखांचें येथे दिग्दर्शन केलें आहे.

१. वनस्पति–रूपविचार (Morphology)–यांत बाह्यरूपविचार आणि अंतर्रचनाविचार असे दोन भाग आहेत.
२. वनस्पति–जीवनव्यापारविचार (Physiology).
३. मूलस्थानविचार (Ecology) किंवा निवासस्थानविचार. यांत वनस्पतींच्या आणि त्यांच्या मूलस्थानांतील अथवा सृष्टीं-तील स्वाभाविक निवासस्थानांतील परिस्थितीच्या संबंधाचें विवेचन होतें. परिस्थितींतील अन्नपाणी, हवा, उष्णता वगैरे गोष्टींचे वनस्पतींच्या बाह्यरूपावर अथवा अंतर्रचनेवर किंवा जीवनव्यापारावर होणारे आघात आणि त्याचे परिणाम हा या उपशाखेचा विषय आहे.
४. वनस्पतींचें वर्गीकरण (Taxonomy).

वनस्पतींच्या बाह्यरूपाचें आणि अंतर्रचनेचें निरीक्षण वरवर करणाऱ्याला सुद्धा कांहींचें एकमेकींशीं साम्य तर इतरांशीं वैधर्म्य

तेव्हाच दिसून येतें. तेव्हा साहजिकपणें कमी अधिक साम्यावरून वनस्पतींचे ओळखण्याच्या सोयीच्या दृष्टीने निरनिराळे गट करणें योग्य होतें. यासच वनस्पतींचें वर्गीकरण म्हणतात.

पहिल्या प्रथम वनस्पतींच्या वर्गीकरणाचा उद्देश एखादी वनस्पति वर्णित वनस्पतींच्यापैकी कोणत्या वनस्पतीसारखी आहे हें चटकन ओळखतां यावें हाच केवळ होता. या उद्देशानुरूप कोणता-तरी एक ठळक गुण प्रथम लक्षांत घेऊन त्यावरून वनस्पतींचे गट पाडावयाचे आणि नंतर इतर गुण लक्षांत घेऊन त्या गटांतील कोणत्या वर्णित वनस्पतीशीं अज्ञात वनस्पतीचें साम्य आहे हें पाहून त्या वनस्पतीचें नांव शोधून काढावयाचें आणि तसें साम्य न आढळल्यास ती नवीन आहे असें समजून तिचें वर्णन करून तिला नवीन नांव द्यावयाचें. प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ लिने अथवा लिनिअस् याने सपुष्प वनस्पतींचें वर्गीकरण करतांना पुंकेसरांच्या संख्येवरून एकपुंकेसरी, द्विपुंकेसरी, त्रिपुंकेसरी वगैरे वर्ग पाडले होते, ते या पद्धतीने. अशा पद्धतीस कृत्रिम पद्धतीचें वर्गीकरण असें म्हणतात. कारण एकाच ठळक गुणावरून हें वर्गीकरण झालें असल्याकारणाने इतर पुष्कळ गुणांत वैधर्म्य असलें तरी अशा वनस्पति त्या गुणाच्या अस्तित्वामुळे एकाच वर्गांत घातल्या जातात. असें होऊं नये म्हणून आणि डार्विनच्या उत्क्रान्तिवादामुळे वनस्पतिवर्गीकरणाचा प्रमुख उद्देश त्यांच्यामधील असलेलीं कमी अधिक दूरचीं नातीं ओळखणें आणि दर्शविणें हा झाल्यामुळे निरनिराळ्या ‘नैसर्गिक’ पद्धति अस्तित्वांत आल्या आहेत. त्यांत जास्तींत जास्त गुणांमधील साधर्म्य लक्षांत घेऊन त्याप्रमाणें वर्गीकरण केलें आहे. बेंथम आणि हुकर, एङ्ग्लर आणि प्रँट्ल, ऑयलर यांच्या नैसर्गिक वर्गीकरण पद्धति प्रसिद्ध आणि प्रचारांत आहेत. या पद्धतींप्रमाणें वनस्पतींचे मुख्य वर्ग केले आहेत ते असे: —


कोटि (Kingdom)
वनस्पतिकोटी (Plant Kingdom)
उपकोटि (Phylum)
निरवयवी (Thallophyta)
शेवाळी (Bryophyta)
राजहंसी (Pteriodophyta)
बीजधारी (Spermatophyta)
वर्ग (Class)
नीलिका वर्ग (Algae)
अळिंब अथवा भूछत्र वर्ग (Fungi)
अनावृतबीज वर्ग (Gymnosperms)
आवृतबीज वर्ग (Angiosperms)
अपर्णशेवाल वर्ग (Liverworts)
सपर्णशेवाल वर्ग (Mosses)
लायकोपोडियम् वर्ग
अश्वपुच्छ वर्ग (Equisetum)
राजहंस वर्ग (Ferns)

वरील प्रत्येक 'वर्गा'चे साधर्म्याच्या कमीजास्त प्रमाणावर बसविलेले असे अनेक पोटविभाग करण्यांत येतात ते असे:—

वर्ग (Class)
समूह (Order)
कुल (Family)
गण (Genus)
जाति (Species)

यांचा क्रम वरपासून खाली असा आहे की गुणवैशिष्ट्याच्या बाबतींत 'वर्गा'पासून 'जाती'पर्यंत सारखी वाढ होत आहे. हें उदाहरणार्थ वाटाण्याचें झाड घेऊन त्याचें वर्गीकरण कोणत्या तत्त्वांवर केलें जाईल हें समजावून सांगितल्यावर, अधिक स्पष्ट होईल.

प्रथम वाटाण्याच्या झाडाची कोटि वनस्पतिकोटि आहे हें प्राणी आणि वनस्पति यांच्यामधील अत्यंत स्थूल भेदांवरून ठरतें. नंतर त्याला बीज येतें या गुणावरून त्याची उपकोटी 'बीजधारी' आणि तें बीज एका बीजकोशांत (शेंगेत) झाकलेलें असतें म्हणून त्याचा वर्ग 'आवृत्तबीज' असल्याचें स्पष्ट दिसतें. नंतर त्याचें फळ एका विशिष्ट प्रकाराचें (शेंग) असतें म्हणून त्याचा समावेश 'शिंबाधारी' (शेंगा धारण करणारा–Leguminosae) या 'समूहां'त करावयाचा. या समूहांतील वनस्पतींचीं पुन्हा त्यांच्यांतील पुष्परचनाभेदांवरून तीन कुलें केलीं आहेत तीं अशीं:— (१) Mimosae ('लाजाळू'च्या झाडासारखी पुष्परचना असलेलें), (२) Caesalpineae (गुलमोहरासारखी पुष्परचना असलेलें) आणि (३) Papillionaceae (पावट्यासारखी पुष्परचना असलेले). यांतील शेवटच्या कुलांत पुष्परचनेच्या वैशिष्ट्यामुळे वाटाण्याच्या झाडाचा अंतर्भाव होतो. हरभरा, उडीद, मूग वगैरे त्याच कुलांत त्याच

कारणांमुळे गणलीं जातात. पण त्यांच्यांतील इतर भेदांमुळे त्यांचे निरनिराळे 'गण' केले आहेत. वाटाण्याचा 'गण' Pisum या नांवाचा आहे आणि या गणांतील इतर वनस्पतीहून निराळे असे कांही विशिष्ट गुण वाटाण्याच्या झाडांत आढळतात त्यावरून त्याच्या 'गण'वाचक नांवापुढे एक 'जाति'वाचक विशेषण जोडण्यांत येतें तें 'sativum' असें आहे. अशा रीतीने वाटाण्याच्या झाडास Pisum sativum हें शास्त्रीय नांव प्राप्त झालें आहे. प्राण्यांचीं अणि वनस्पतींचीं शास्त्रीय नांवें अशा रीतीने प्रत्येकीं दोन शब्दांचीं असतात. त्यांपैकी पहिला शब्द नेहमी 'गण'वाचक असतो आणि दुसरा 'जाति'वाचक असतो हें ध्यानांत ठेवावें.

वर उल्लेखिलेल्या वनस्पतिशास्त्राच्या मुख्य शाखेखेरीज Cytology (पेशीविचार), Bacteriology (जतुशास्त्र), Mycology (अळिंब [भूछत्रीयवर्ग वनस्पति]विज्ञान), Teratology (विकृतरूपविचार), Plant Geography (भूतलावरील वनस्पतिविन्यासविचार), Plant Pathology (वनस्पतिरोगविचार), Agricultural Botany, Forest Botany, Economic Botany म्हणजे शेतकीच्या, अरण्यसंवर्धनाच्या आणि औद्योगिक दृष्टींनी चालविलेल्या वनस्पतिशास्त्रांतील संशोधनापासून मिळालेलें ज्ञान, Plant genetics (वनस्पतिविषयक अनुहरणशास्त्र), Paleobotany (पुराण वनस्पतिविचार) अशा अनेक उपशाखा अलीकडे उद्भवून जोराने वाढूं लागल्या आहेत. त्यांच्या योगाने आधुनिक वनस्पतिशास्त्रास बरेंच विस्तृत स्वरूप आलें आहे.

प्रकरण बारावें

वनस्पतिशास्त्राच्या अभ्यासापासून होणारे व्यावहारिक फायदे

मनुष्यप्राण्यांकडून जी ज्ञानोपासना आजपर्यंत घडत आली आहे तिच्यामागील प्रवर्तक शक्ति मनुष्य जातीची दुर्दम ज्ञान-लालसा ही होय. ही ज्ञानलालसा तृप्त करतांना तो त्या ज्ञाना-पासून आपल्याला प्रत्यक्ष फायदा काय होईल याचा फारसा विचार करीत नाही. ती लालसा तृप्त होणें हाच मुख्य फायदा. ती तृप्त करतांना कष्ट किंवा प्रकृतीला किंवा जीवालासुद्धा अपाय होण्याची भीति असतांना कांही धाडसी वृत्तीचीं माणसें नवीन प्रयोग करण्यास प्रवृत्त झालेलीं सर्व काळीं आढळून येतात. या अंगभूत ज्ञानलालसे-च्या तृप्तीकरितां जे मनुष्यप्राण्याकडून प्रयत्न झाले आहेत त्यां-पासून मानव जातीच्या ज्ञानांत भर पडली आहे. आरंभीं अहेतुकपणें मिळविलेल्या या ज्ञानाचा पुढे अनपेक्षितपणें मनुष्य जातीस व्याव-हारिक उपयोग बरेच वेळां होतो आणि नंतर असा एखाद्या विषयाच्या अभ्यासाचा व्यावहारिक उपयोग झालेला आढळून आला की त्या अभ्यासास सहेतुक उत्तेजन मिळून अधिक ज्ञानप्राप्तीचा मार्ग खुला होतो. सर्व शास्त्रांच्या अभ्यासांत हा अनुभव आलेला आहे आणि वनस्पतिशास्त्रही यास अपवाद नाही.

वनस्पतिजीवनाचा केवळ कुतूहलाने अभ्यास अनेक शास्त्रज्ञ करीत असतां त्यापासून मनुष्य जातीस व्यावहारिक उपयोगाचें बरेंच ज्ञान प्रप्त झालें आहे. याचीं कांही ठळक उदाहरणें आता देऊं.

नवीन वनस्पति शोधून काढून पूर्वी अज्ञात असलेल्या एका वनस्पतीची आपल्या वनस्पतिसंग्रहांत भर टाकली यांतच आनंद मानणाऱ्या अनेक वनस्पतिसंशोधकांनी अनेक संकटांस न जुमानतां पृथ्वीच्या पाठीवरील दुर्गम प्रदेशांत जाऊन अनेक नवीन वनस्पति शोधून काढल्या आणि त्या आपल्या प्रदेशांत आणल्या. यांपैकी कित्येकांचा औषधी म्हणून, कित्येकांचा त्यांच्या फळांची आणि कंदमुळांची मनुष्यप्राण्याच्या खाद्य पदार्थांत भर म्हणून, कित्येकांचा इमारती लाकूड पुरविणारी म्हणून, कित्येकांचा त्यांच्या सुंदर फुलांमुळे मनुष्याच्या सात्विक आनंदाची वृद्धि झाली म्हणून, मानवजातीस उपयोग होऊन फार फायदा झाला आहे. मलेरियावरील सुप्रसिद्ध औषध क्विनीन ज्या झाडापासून मिळतें त्या झाडाचा शोध या रीतीनेच लागला.

वनस्पतींच्या अन्नग्रहणादि प्रकारांचें तर्कशुद्ध ज्ञान व्हावयास लागल्यापासून शेती आणि बागायती झाडांच्या चांगल्या वाढीस काय काय लागतें, त्यांना योग्य खतें कोणतीं, त्यांची जोपासना कशी करावी वगैरे विषयीं पुष्कळ नवी माहिती मिळाली व यापुढे शास्त्रीय पद्धतीने या विषयाचा अभ्यास होत असल्याने पूर्वीच्या अनमान धपक्याच्या पद्धतीने आजवर मिळत गेलेल्या ज्ञानापेक्षा पुष्कळ अधिक ज्ञान थोडक्या वेळांत मिळण्याचा संभव आहे.

पिकांवर पडणाऱ्या अनेक गूढ स्वरूपाच्या रोगांवर आता उपलब्ध झालेल्या ज्ञानाने उपाययोजना शक्य झाली आहे आणि पूर्वी 'ईश्वरी कोप' म्हणून असहायपणें सोसाव्या लागणाऱ्या आपत्ति आता शास्त्रीय ज्ञानाने टाळणें शक्य झालें आहे. ज्वारीवरील 'काजळी' हा रोग किंवा द्राक्षांवरील 'भुरी' हा रोग या रीतीने टाळणें मुंबई इलाख्यांतील शेतकऱ्यांना शक्य झालें आहे. बॅक्टीरिया नांवाच्या अति सूक्ष्म वनस्पतींच्या अभ्यासाने प्लेग, कॉलरा, धनुर्वात इत्यादि

अनेक भयंकर साथीच्या रोगांचीं कारणें समजून त्यावर प्रतिबंधक किंवा शामक उपाययोजना करणें शक्य झालें आहे. तसेंच शहरांतील सांडपाणी, शौचकूपांतील घाण वगैरेची विल्हेवाट करणें वगैरे सुकर होऊन शहरांतील आरोग्य आणि स्वच्छता वाढविणें शक्य झालें आहे. दूधदुभतें, फळफळावळ वगैरेंचा टिकाऊपणा वाढविण्यांत बॅक्टिरियाच्या जीवनव्यापाराविषयीं मिळालेल्या माहितीचा फार उपयोग झाला आहे.

वनस्पतींच्या पुनरुत्पत्तीविषयीं जें ज्ञान प्राप्त झालें आहे त्याच्या योगानें मनुष्यास उपयोगी अशा नवीन गुणधर्मांच्या वनस्पतींच्या जाती प्रयोगानें आपल्या इच्छेनुसार उत्पन्न करणें शक्य झालें आहे. सुप्रसिद्ध अमेरिकन फलसंवर्धक लूथर बरबँक् यांची नवीन जातींच्या फळांची आणि फुलांची निर्मिति सुप्रसिद्ध आहे. सर्व देशांतील शेतकी खात्याकडून याविषयीं असंख्य प्रयोग सध्या चालू आहेत. हिंदुस्थानांतलेंच उदाहरण पाहिजे असेल तर कोइमतूर येथील उसाच्या प्रयोगक्षेत्रांत निरनिराळ्या उसांच्या जातींचे संकर करून पंजाब वगैरे प्रांतांत उपयोगी पडतील अशा उसाच्या तयार केलेल्या नवीन जातीचा उल्लेख करणें योग्य होईल.

वनस्पतीच्या अंतर्रचनेचा अभ्यास कुतूहलपूर्ण तर आहेच पण त्याचा व्यावहारिक उपयोग सूक्ष्मदर्शकाच्या योगानें बाजारी पदार्थांत होणारी भेसळ बिनचूकपणें हुडकून काढण्यांत होतो. निरनिराळ्या वनस्पतींचीं सत्त्वें, त्यांच्या साली, तंतु वगैरे सूक्ष्मदर्शकानें ओळखणें सोपें असतें.

वनस्पतींचें वर्गीकरण, वर्णन आणि नामकरण हीं प्रथमदर्शनीं व्यवहारांत फारशीं उपयोगी दिसत नाहीत. पण अनेक नांवांखालीं निरनिराळ्या प्रांतांत ओळखल्या जाणाऱ्या औषधि वनस्पति खरोखर त्याच आहेत की अप्रामाणिकपणें त्या नांवाखालीं विकल्या

जाणाऱ्या निरुपयोगी वनस्पति आहेत हें जाणण्यास वनस्पति-शास्त्रज्ञांचें हें वर्गीकरण–नामकरणादि फार उपयोगी पडतें.

याशिवाय जीवसृष्टीचें एक महत्त्वाचें अंग या दृष्टीने वनस्पतीं-विषयीं मिळणारें ज्ञान आणि त्यापासून निघणारे जीवशास्त्रविषयक सिद्धान्त मनुष्याच्या वैयक्तिक आणि सामाजिक जीवनास मार्गदर्शक होतात. कारण जीवशास्त्राचीं सामान्य तत्त्वें मनुष्य हा एक जीवच असल्याने त्यालाही बहुतांशीं लागू पडतात.

अशीं दुसरीं पुष्कळ उदाहरणें देतां येतील, पण त्यांची जरूरी नाही. एकंदरींत या ग्रंथांत दिलेल्या वनस्पतिजीवनाविषयींच्या माहिती-वरून आणि वनस्पतिशास्त्राच्या रूपरेषेवरून वनस्पतिशास्त्र हें एक रुक्ष, नीरस, अवजड शब्दांचा काथ्याकूट करणारें शास्त्र नसून त्याच्या अभ्यासाने सात्विक ज्ञानोपासनेचा आनंद आणि व्यावहा-रिक उपयुक्तता हीं दोन्ही प्राप्त होतील अशी वाचकांची खात्री होईल अशी आशा प्रदर्शित करून हा ग्रंथ समाप्त करतों.



कांही संदर्भ ग्रंथ

[यांपैकी पहिले पांच आणि चवदावा हे ग्रंथ सामान्य वाचकांसाठीच मुद्दाम लिहिलेले आहेत. बाकीचे वनस्पतिशास्त्राच्या अभ्यासकांस उद्देशून लिहिलेले आहेत.]

1. Sir J. B. Farmer, F. R. S. *Plant Life.* (The Home University Library, Thornton Butterworth Ltd., London.)
2. A. C. Seward, F. R. S. : *Plants, what they are and what they do.* (The University Press, Cambridge.)
3. Marie Stopes : *Plant Life.*
4. J. C. Small : *What Botany means.*
5. F. W. Bower, F. R. S. : *Plants and Man.* (Macmillan and Co. Ltd.)
6. Charles J. Chamberlain : *Elements of Plant Science.* (McGraw Hill Book Company, Inc., New York.)
7. I. Pfleiderer : *Glimpses into the Life of Indian Plants.* (Kanarese Mission Press & Book Depot, Mangalore.)
8. H. Godwin : *Plant Biology.* (The University Press, Cambridge.)
9. George B. Rigg : *General Botany with special reference to Liberal education.* (Henry Kimpton, London.)
10. E. W. Sinnot : *Botany, Principles & Problems.* (McGraw Hill Book Co. Inc., New York.)
11. F. O. Bower : *Botany of the Living Plant.* (Macmillan & Co. Ltd., London.)
12. R. C. Punnet : *Mendelism.*
13. J. M. Coulter and Merle C. Coulter : *Plant Genetics.* (The University of Chicago Press, Illinois.)
14. A. E. Knight and Edward Step : *Hutchinson's Popular Botany.* (Hutchinson and Co., Paternoster Row, London.)

पारिभाषिक शब्दांची इंग्रजी प्रतिशब्दांसहित यादी

अखंड (पत्र) Entire (leaf)—ज्याची कडा चिरलेली किंवा करवती वगैरे नसतें असें पान.

अचर (रेणु) Nonmotile (spore).

अनावृतबीज Gymnosperm—देवदारासारख्या वृक्षांचा वर्ग. यांमध्ये बीजें, बीजाभोवती बीजकोश नसल्याने, उघडीं असतात.

अनुहरणशास्त्र Science of heredity—आनुवंशिक गुण संततींत कोणत्या नियमांनी उतरतात त्याचा विचार करणारें शास्त्र.

अंतःप्रसरण (प्रवाह) Endosmosis.

अन्तर्रचनाविचार Internal morphology.

अन्नवाहक पेशीसंघ Phloem.

अरेणुक अलिंग (पुनरुत्पत्ति) Vegetative (reproduction)—या पुनरुत्पत्तिपद्धतींत रेणू (स्वायत्तपणें पुनरुत्पत्तिक्षम अशा विशिष्ट पेशी) किंवा पिंड (दुसऱ्या पेशीशीं संयोग पावून पुनरुत्पत्तिक्षम होणाऱ्या पेशी) यांचा अभाव असतो.

अर्धभेद्य Semipermeable.

अलिंग पुनरुत्पत्ति Asexual reproduction.

अळिंब (भूछत्र) Fungus.

अळिंबमूलसंबंध Mycorhizal association—कांही सपुष्प वनस्पतींच्या मुळांत किंवा मुळांवर अळिंबवर्गातील वनस्पति वास्तव्य करीत असून त्यांच्या साहाय्याने त्या सपुष्प वनस्पतीस अन्नघटक शोषून घेण्याच्या कामीं मदत होते, हा अळिंबमूलसंबंध.

अळिंबयुक्तमूल Mycorhiza.

अळिंबविज्ञान Mycology—अळिंब (भूछत्र) वर्गातील वनस्पतींचा विचार करणारी वनस्पतिशास्त्राची शाखा.

अविशिष्टपेशीय वनस्पति Cellular Plants.
अशुद्धबीज Impure.
अश्मीभूत Petrified—दगड झालेले (जीवावशेष).
आद्यदल (दालिंबी) Cotyledon—वनस्पतीच्या गर्भाचें प्रथम तयार झालेलें पान किंवा पानें.
आद्यपर्णकलिका (प्रसून) Plumule—बीजांतील वनस्पतिगर्भाच्या एका टाकास असलेली पानांची कळी.
आद्यांग Prothallus—राजहंस किंवा नेचे यांसारख्या वनस्पतीचे रेणु रुजून प्रथम तयार होणारा पेशीसमुदाय. यावर स्त्रीपिंड आणि नरपिंड उत्पन्न होतात, आणि त्यांच्या संयोगानें तयार होणाऱ्या संयुक्त पिंडापासून राजहंसाचें झाड उत्पन्न होतें.
आवृतबीज Angiosperm—बीजांभोवती बीजकोशाचें आवरण ज्यामध्ये असतें अशा वनस्पती. उदाहरणार्थ–कोणतेंही फळझाड.
आश्रय वनस्पति Host plant (of a parasite)—परोपजीवी वनस्पतीचें आश्रयस्थान झालेली वनस्पति.
उत्क्रांति Evolution.
उत्खात Fossil—भूस्तरांत (खडकांच्या थरांत) सापडणारे जीवावशेष किंवा ठसे.
उत्पात (नवोद्भव) Mutation—एखाद्या जीवापासून एकदम उद्‌भवणारा निराळा जीवप्रकार. हा निराळेपणा स्थिर असून संततींत उतरतो, म्हणून कायम स्वरूपाचा असतो.
उपकेंद्र Nucleolus—पेशींच्या अंतर्रचनेंतील एक विशिष्ट भाग.
उपरिनिवासी Epiphyte, Epiphytic—दुसऱ्या वनस्पतीचा फक्त आश्रयस्थान म्हणून उपयोग करणारी पण तिच्यापासून अन्न मात्र न मिळविणारी वनस्पति.
एकदल Monocotyledon.
एकपेशीमय Unicellular.
ओज Energy.
करंडक वनस्पति Diatoms—पाण्यांत वास करणाऱ्या सूक्ष्म वन-

स्पति. यांच्या शरीराचे दोन भाग असतात, त्यांतील एक दुसऱ्यावर झाकणासारखा बसतो.

कशा Cilium—चर रेणु किंवा चर वनस्पतींत आढळणारे केसासारखे अवयव. यांच्या हालचालीमुळे रेणूस किंवा वनस्पतीस इकडून तिकडे पाण्यात फिरतां येतें.

कारक Factor (Mendelian)—मेंडेलच्या उपन्यासाप्रमाणें प्रत्येक दृश्यगुण त्या व्यक्तीच्या पेशींत वास्तव्य करणाऱ्या एका 'कारक' द्रव्यामुळे उत्पन्न होतो.

कुल Family (of Plants)
कोटि Kingdom
गण Genus
} वनस्पतींच्या वर्गीकरणांतील कमी अधिक दर्जाचे भाग.

गर्भ Embryo

गर्भपेशी Embryo sac.

गुरु रेणु Megaspore—ज्या वनस्पतींत लहान मोठे असे दोन जातीचे रेणु आढळतात त्यांत ही संज्ञा मोठ्या रेणूंना लागू पडते.

चर रेणु Zoospore—केशाकृति अवयवांच्या साहाय्याने इतस्ततः संचार करणारा रेणु (रेणु शब्द पहा).

चातीं (तर्कुटी) Spindle (in Mitosis)—(प्रकरण ५ मधील पेशीविभजनाचें वर्णन पहा.)

छिन्न(पत्र) Cut (leaf blade).

जलकृषि Water culture.

जलवाहक पेशीसंघ Xylem.

जलवाहिनी नालिका Water conducting (xylem) vessels.

जाति Species.

जीवद्रव Protoplasm—पेशींतील जिवंतपणाचें अधिष्ठान असलेला द्रव किंवा रस.

जीवनरसायन Biochemistry.

जीवोपजीवी Paras itic—दुसऱ्या जिवंत प्राण्यावर किंवा वनस्पतीवर उपजीविका करणारी (वनस्पति).

तर्कुटी (चाती) Spindle (in Mitosis)—(प्रकरण ५ मधील पेशीविभजनाचें वर्णन पाहा.)

तंतुजाल Mycelium—अळिबवर्गातील तंतुमय शरीरास ही संज्ञा दिली आहे.

दलित Recessive (Mendelian character).

दाळिंबी (आद्यदल) Cotyledon.

दैहिक Somatic—पुनरुत्पत्तीकरितां विशिष्ट झालेल्या पेशीं-व्यतिरिक्त बाकीच्या शरीराच्या पेशींस हें विशेषण लागू आहे.

द्विदल Dicotyledon.

नरपिंड Antherozoid; male gamete—सलिंग पुनरुत्पत्ती-करितां विशिष्ट झालेली नरपेशी.

नरपिंडकोश Antheridium—नरपिंड ज्यांमध्ये उत्पन्न होतात तें इंद्रिय (राजहंस, शेवाल वगैरे वनस्पतींत आढळणारें).

नवोद्भव (उत्पात) Mutation—'उत्पात' पहा.

निरवयव (प्रकांडरहित) **वनस्पति** Thallophyta—यांत मूळ, बुंधा, पानें वगैरे अवयव विशिष्ट झालेले नसतात.

नीलिका Alga—पाण्यांतील शेवाळें किंवा तत्सम वनस्पति.

नीलिका वर्ग Algae.

न्यूनीकारक (विभजन) Reduction division of Nucleus —(प्र० ५ मधील पेशीविभजनाचें वर्णन पहा.)

परपरागासिद्ध फलन Cross pollination.

परागकण Pollen grain.

परागकोश (परागपीटिका) Anther.

परागनलिका Pollen tube.

परागासिंचन Pollination.

परोपजीवी Heterotrophic—दुसऱ्या मृत किंवा जिवंत प्राण्यावर उपजीविका करणारी (वनस्पति).

पर्णरंध्र Stoma—पानांच्या त्वचेंत असलेल्या भोकांपैकी एक.

पर्णरंध्रसंरक्षक पेशी Stomatal or guard cell.

पिच्छाकृति Pinnate.

पिंड Gamete—दुसऱ्या पेशीशीं संयोग झाल्यावर पुनरुत्पत्तिक्षम होणारी पेशी.

पिंडोत्पादक प्रसव (अवस्था) Gametophyte (stage).

पुंकेसर Stamen.

पुष्पकोश Calyx.

पुष्पमुकुट Corolla.

पृथक्‌भवन (विश्लेष) Segregation (of a Mendelian character).

पेशी Cell.

पेशीकवच Cell-wall.

पेशीकेंद्र Nucleus.

पेशीजाल Tissue.

पेशीजालसंघ Tissue system.

पेशीद्रव Cytoplasm—केंद्रव्यतिरिक्त जीवद्रवाचा भाग.

पेशीविचार Cytology—पेशीच्या अंतर्रचनेचा विचार करणारी जीवशास्त्राची शाखा.

पोषक पेशीजाल Nucellar tissue.

प्रकांडयुक्त (सावयव) वनस्पति Cormophytes—यांत बुंधा, मूळ, पानें वगैरे अवयव विशिष्ट असतात.

प्रकांडरहित Thallophyta. (निरवयव पाहा.)

प्रकाशसिद्ध अन्ननिर्मिति Photosynthesis.

प्रभावी Dominant (Mendelian character).

प्रसरण (द्राव्याचें) Diffusion (of solution).

प्रसरणजन्य ताण Osmotic Pressure.

प्रसव Generation.

प्रसवविपर्यय Alternation of generations. (प्र० ३ पाहा)

प्राचीन वनस्पतिविचार Paleo-botany

फलन Fertilisation

बहुपेशीय Multicellular.
बहिःप्रसरण (प्रवाह) Exosmosis.
बहुरूपता Polymorphism.
बाष्पोच्छ्वास Transpiration.
बाह्यरूपविचार External morphology.
बीजकवच Testa.
बीजकवचरंध्र Micropyle.
बीजांड Ovule—फुलांतील स्त्रीकेसरांतील महत्त्वाचा भाग; परागसिंचन होऊन बीजांडाचें फलन झाल्यावर बीजांडाचें बीजांत रूपांतर होतें.
बीजांडकोश Ovary.
भूछत्र (अळिंब) Fungus; Mushroom—कुत्र्याची छत्री.
भेद्य (पडदा) Permeable (membrane).
मूद (स्त्रीकेसराग्र) Stigma.
मूलांकुर (मोड) Radicle.
रंज्यद्रव्य Chromatin—पेशीकेंद्रांतील रंजक द्रव्यांनी रंगणारा भाग.
रंज्यधारक Chromosome.
रेणु Spore—स्वायत्तपणें पुनरुत्पत्तिक्षम पेशी.
रेणुचतुष्टय Spore tetrad.
रेणुजनक पेशी Spore mother-cell.
रेणुधारक Sporophore.
रेणूत्पादक (प्रसव, अवस्था) Sporophytic generation.
लघुरेणु Microspore—जेथे लहान मोठे असे दोन प्रकारचे रेणु असतात तेथे लहान रेणूंस ही संज्ञा आहे.
वर्ग Class.
वलयनीलिका Spirogyra.
विशिष्टपेशीय वनस्पति Vascular plants.
विषमरेणु Heterosporous.
विषमसंयोग Heterogamy—जेथे नरपिंड आणि स्त्रीपिंड एकमेकांपासून दृश्यपणें निराळे असतात अशा संयोगास ही संज्ञा आहे.

वैकल्पिक (गुण) Allelomorphic (character).
शंकुधारी (शंकुवाह) Conifer—देवदारासारख्या झाडांचा वर्ग.
शरीरविचार Morphology.
शवोपजीवी Saprophytic—मृतजीवावशेषांवर उपजीविका करणाऱ्या वनस्पति.
शुद्धबीज Pure.
शून्यस्थान (पोकळी) Vacuole—पेशीतील विशिष्ट भाग.
शैवाल वर्ग Bryophyta.
शोषणेंद्रिय Haustorium—परोपजीवी वनस्पतीत शोषणेंद्रियें आढळतात.
संसक्तिधर्म Cohesion.
संयुक्त पिंड Zygote—नरपिंड आणि स्त्रीपिंड यांच्या संयोगाने उत्पन्न झालेली पेशी.
समसंयोग Isogamy—नर आणि स्त्री असा भेद न दाखविणाऱ्या पिंडाचा संयोग.
समूह Natural Order.
सलिंग (पुनरुत्पत्ति) Sexual reproduction.
सहजीवन Symbiosis.
सहजीवी Symbiont.
सावयव (प्रकांडयुक्त) वनस्पति Cormophytes.
सुप्रजाजननशास्त्र Eugenics.
स्त्रीकेसर Carpel.
स्त्रीकेसरदंड Style.
स्त्रीकेसराग्र (मूद) Stigma.
स्त्रीपिंड Female gamete; ovum.
स्फोटक (तडकणारें) फळ Dehiscent fruit.
स्वपरागसिद्ध फलन Self-fertilisation.
हरिद्द्रव्य Chlorophyll—पानांतील हिरव्या रंगाचें द्रव्य.
हस्ताकृति (पर्ण) Palmate (leaf).

सूची